ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNEE 1984 THESE 51

CONTRIBUTION A L'ETUDE DU DIFFUSEUR PARATECT : UTILISATION CHEZ LES JEUNES BOVINS EN PREMIERE ET DEUXIEME SAISON DE PATURE.

THESE

pour le Doctorat Vétérinaire
(Diplôme d'Etat)
présentée et soutenue publiquement en 1984
devant l'Université Paul Sabatier

par

Nicolas, Salomon SIMMENAUER
né le 26 Août 1959 à Suresnes (Hauts de Seine).

MEMBRES DU JURY

Président : Monsieur LARROUY.
Professeur à l'Université Paul Sabatier.

Assesseurs : Monsieur DORCHIES.
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Monsieur DUCOS DE LAHITTE.
Maître - Assistant Agrégé à l'Ecole Vétérinaire de Toulouse.

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNEE 1984 THESE 51

CONTRIBUTION A L'ETUDE DU DIFFUSEUR PARATECT : UTILISATION CHEZ LES JEUNES BOVINS EN PREMIERE ET DEUXIEME SAISON DE PATURE.

THESE

pour le Doctorat Vétérinaire
(Diplôme d'Etat)
présentée et soutenue publiquement en 1984
devant l'Université Paul Sabatier

par

Nicolas, Salomon SIMMENAUER
né le 26 Août 1959 à Suresnes (Hauts de Seine).

MEMBRES DU JURY

Président : Monsieur LARROUY.
Professeur à l'Université Paul Sabatier.

Assesseurs : Monsieur DORCHIES.
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Monsieur DUCOS DE LAHITTE.
Maître - Assistant Agrégé à l'Ecole Vétérinaire de Toulouse.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547622_0017

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur ..... M. LAUTIE
Directeur honoraire ..... M. FLORIO
Professeurs honoraires ..... MM. BRIZARD
..... SAURAT
..... GODFRAIN

PERSONNEL ENSEIGNANT

CHAIRE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE

Professeur titulaire ..... Mme BURGAT – SACAZE
Maitre – Assistant ..... M. PETIT

Pharmacie et Toxicologie

CHAIRE DE PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Professeur titulaire ..... MM. RICO
Professeur sans chaire ..... BRAUN
Maitre – Assistant Agrege ..... BENARD

Physique biologique et medicale
Chimie biologique et medicale
Informatique biologique et medicale

CHAIRE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

Professeur titulaire ..... MM. PAVAUX
Maitre – Assistant Agrege ..... LIGNEREUX
Maitre – Assistant Agrege ..... SAUTET

Organogenese – Teratologie
Anatomie Generale – Anatomie appliquee

CHAIRE DE PHYSIOLOGIE, PHARMACODYNAMIE ET THERAPEUTIQUE

Professeur titulaire ..... MM. RUCKEBUSCH
Professeur sans chaire ..... FARGEAS
Maitre – Assistant Agrege ..... TOUTAIN

Physiologie – Pharmacodynamie – Therapeutique

CHAIRE D'HISTOLOGIE – ANATOMIE PATHOLOGIQUE

Professeur titulaire ..... MM. VAN HAVERBEKE
Professeur sans chaire ..... CABANIE
Maitre – Assistant Agrege ..... MAGNOL

Histologie – Embryologie
Anatomie Pathologique – Clinique

CHAIRE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE

Professeur titulaire ..... MM. LABIE
Maitre de Conferences ..... EECKHOUTTE
Maitre – Assistant Agrege ..... Mme BERNARD

Hygiene, Inspection, Controle et Technologie des denrees alimentaires
d'origine animale – Clinique

CHAIRE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARADITAIRES

Professeur titulaire ..... MM. DORCHIES
Maitre de Conferences ..... FRANC
Maitre – Assistant ..... DUCOS DE LAHITTE

Zoologie appliquee – Ecologie – Parasitologie externe –
Dermatologie Parasitologie interne – Clinique

CHAIRE DE SEMIOLOGIE ET PATHOLOGIE MEDICALE DES
EQUIDES ET CARNIVORES ET DE LEGISLATION

Professeur titulaire ..... MM. LESCURE
Professeur sans chaire ..... GUELFI
Maitre – Assistant ..... REGNIER

Semiologie et Pathologie Medicale des Equides et Carnivores
Legislation Veterinaire et Deontologie Clinique

CHAIRE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAIL
ET DES ANIMAUX DE BASSE – COUR

Professeur titulaire ..... MM. TOURNUT
Maitre de Conference ..... BEZILLE
Maitre Assistant ..... JOUGLAR

Semiologie et Pathologie Medicale du Betail
et des animaux de basse – cour
Clinique – Consultation intinerante

CHAIRE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE

Professeur titulaire ..... MM. CAZIEUX
Maitre de Conferences ..... GENEVOIS
Maitre Assistant Agrege ..... AUTEFAGE
Maitre Assistant ..... FAYOLLE

Propedeutique et Semiologie chirurgicale – Radiologie –
Technique chirurgicale – Anesthesiologie – Pathologie Chirurgicale –
Traumatologie – Podologie orthopedique – Clinique

CHAIRE DE PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Professeur titulaire ..... MM. FERNEY
Professeur sans chaire ..... ROYAL
Maitre Assistant ..... BERTHELOT

Pathologie de l'appareil génital et de la mamelle
Semiologie et propedeutique – Pathologie de la Reproduction
Obstetrique et pathologie du nouveau – ne – Clinique –
Consultation itinerante

CHAIRE DE MALADIES CONTAGIEUSES – ZOONOSES
LEGISLATION SANITAIRE

Professeur titulaire ..... MM. CHANTAL
Maitre – Assistant ..... PELLERIN
Maitre – Assistant ..... MILON

Microbiologie – Immunologie –
Pathologie Generale

CHAIRE D'ELEVAGE ET ECONOMIE

Professeur titulaire ..... MM. QUEINNEC
Professeur sans chaire ..... DARRE
Maitre – Assistant ..... Mme QUEINNEC

Ethnologie – Genetique animale – Exterieur – Zootechnie et economie generales
Ethologie appliquee, Sciences, Techniques, Economie de l'Elevage et des Productions Animales –
Insemination artificielle – Organisation de l'elevage.

CHAIRE D'ALIMENTATION

Professeur titulaire ..... MM. FALIU
Professeur sans chaire ..... GRIESS
Maitre Assistant ..... ENJALBERT

Botanique appliquee et bromatologie
Agronomie – Alimentation

La Faculte et l'Ecole declare n'etre pas responsables des opinions emises par les candidats (deliberation de la Faculte en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole en date du 13 juin 1924).

A MA MERE,

pour la précieuse aide qu'elle m'a apportée.
Qu'elle trouve dans ce travail l'expression
de ma tendresse et de ma reconnaissance.

A MON PERE,

pour les conseil et le soutien qu'il m'a prodigués
dans l'élaboration de cette thèse en particulier,
et tout au long de mes études en général.
En remerciement du réconfort que je trouve toujours
auprès de lui.

A MON ONCLE ALFRED,

En témoignage de mon admiration, de mon affection
sincère, et en remerciement des informations
précieuses dont j'ai maintes fois bénéficié.

A NATHALIE,

En gage de mon amour,
je souhaite que nos rêves se réalisent.

A MONSIEUR LE PRESIDENT DE THESE,

Monsieur le Professeur LARROUY,
de la Faculté de Médecine de Toulouse.

Qui m'a fait le grand honneur
d'accepter la présidence de
mon Jury de Thèse.

Hommage respectueux.

A MON JURY DE THESE,

Monsieur le Professeur DORCHIES,
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

En remerciement de m'avoir suggéré le sujet, et de m'avoir efficacement guidé dans la réalisation de ce travail.

En témoignage de ma profonde gratitude et de mon grand respect.

Monsieur le Maître-Assistant Agrégé DUCOS DE LAHITTE
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

En témoignage de l'amitié qu je lui porte, ainsi qu'à sa famille, pour la chaleur que j'ai trouvée auprès d'eux à des moments difficiles.

Sincères remerciements.

A MONSIEUR LE DIRECTEUR C. THOMASSON,
Directeur de développement de la Firme PFIZER.

Pour son appui précieux dans la réalisation
de ce travail.

Nicolas SIMMENAUER

CONTRIBUTION A L'ETUDE DU DIFFUSEUR PARATECT UTILISATION CHEZ LES JEUNES BOVINS EN PREMIERE ET DEUXIEME SAISON DE PATURE.

année 1984.

P L A N

CHAPITRE I - EPIDEMIOLOGIE GENERALE DES STRONGYLOSES BOVINES.

1. Epidémiologie descriptive :
   - A. Principaux parasites gastro-intestinaux.
   - B. Variations annuelles de l'infestation parasitaire.
   - C. Variations saisonnières de l'infestation parasitaire.
2. Epidémiologie analytique :
   - A. Cycle reproducteur général des strongles.
   - B. Sources de parasites.
   - C. Voies d'infestation.
   - D. Facteurs de variation de la pression parasitaire.
3. Epidémiologie synthétique :
   - A. Interactions causales sur les strongyloses.
   - B. Conclusion.
4. Moyens de lutte contre les strongyloses :
   - A. L'action sanitaire.
   - B. L'action médicale.

CHAPITRE II - LE DIFFUSEUR PARATECT.

1. Le principe actif: Tartrate de Morantel :
   - A. Structure et caractéristiques chimiques du corps.
   - B. Mode d'action de l'anthelminthique sur les vers.
   - C. Activité nématodicide selon les vers et leur stade.
   - D. Devenir du produit.
2. Forme galénique du diffuseur Paratect :
   - A. Le "support" du principe actif.
   - B. Dissolution du produit.
   - C. Cinétique de relargage.
   - D. Mode d'administration.

../..

CHAPITRE III - UTILISATION RATIONNELLE DU DIFFUSEUR PARATECT ET RESULTATS OBTENUS.

1. Utilisation rationnelle du diffuseur Paratect :
   - A. Les trois orientations du raisonnement.
   - B. Les buts recherchés lors d'administration du diffuseur Paratect.
   - C. Conséquences: protocole d'utilisation du diffuseur.
2. Résultats obtenus par utilisation du diffuseur Paratect :
   - A. Méthode générale d'expérimentation.
   - B. Résultats obtenus par le diffuseur Paratect.

I N T R O D U C T I O N

Une prophylaxie des strongyloses bovines ne peut s'envisager qu'en rompant le cycle parasitaire à deux endroits : chez les animaux et sur les pâtures.

Eviter la contamination des pâtures nécessite d'abord un assainissement par un vide sanitaire anti-économique, et dont l'efficacité est partielle. On s'est donc tourné vers une prophylaxie chez l'animal, sans pour autant faire fi de l'action sur les prairies, par rotation de pâturages.

Parmi les systèmes mis au point, le diffuseur d'anthelminthique Paratect* placé dans le réseau, tuant toute larve L_3 ingérée par le bovin durant trois mois, assure une épuration du pré, limitant ainsi les contaminations ultérieures du troupeau.

Le diffuseur Paratect, en maintenant les animaux exempts de strongles digestifs, s'impose comme un maillon de la prophylaxie des strongyloses, même s'il n'en permet pas la réalisation totale et parfaite, comme nous le démontrerons.

* marque de PFIZER CORP.

CHAPITRE I - EPIDEMIOLOGIE GENERALE DES STRONGYLOSES BOVINES

Le raisonnement scientifique ayant conduit à la réalisation du diffuseur Paratect repose sur une connaissance parfaite de l'épidémiologie. C'est pourquoi nous allons en faire une étude détaillée.
Nous résumerons tout d'abord les notions épidémiologiques observées sur le terrain, puis nous analyserons les différents paramètres en cause, ensuite nous envisagerons de façon synthétique le rôle de chaque paramètre dans les phénomènes observés, puis les principaux moyens de lutte et de prévention de ces strongyloses.

1. EPIDEMIOLOGIE DESCRIPTIVE.

A. Les principaux parasites gastro-intestinaux rencontrés :

Nous ne considérerons ici que les parasites intestinaux dits majeurs, c'est-à-dire ceux que l'on rencontre le plus fréquemment lors d'helminthose gastro-intestinale, notamment au cours des expérimentations sur le terrain. Nous quantifierons grossièrement leur fréquence. Enfin, pour chaque genre évoqué, nous n'envisagerons que l'espèce la plus fréquente.
Les nématodes gastro-intestinaux rencontrés se répartissent en six familles. Parmi elles, les trichuridés appartiennent à l'ordre des trichosyringata, caractérisé par un oesophage capillaire, alors que les autres font partie de l'ordre des myosyringata dont l'oesophage est musculeux.

../..

ORDRE	FAMILLE	ESPECE	FREQUENCE ET LOCALISATION
richosyringata	Trichuridés	Trichuris discolor	+ gros intestin
	Ascaridés	Toxocara vitulorum	+ intestin grêle
	Rhabditidès	Strongyloïdes papillosus	0 intestin grêle
	Trichostrongylidés	Ostertagia ostertagi	+++ caillette
		Haemonchus placei	+ caillette
		Trichostrongylus axei	++ caillette
rosyringata		Nematodirus fillicolus	++ intestin grêle
		Cooperia oncophora	+++ intestin grêle
		Trichostrongylus collubriformis	++ intestin grêle
		Oesophagostomum radiatum	+ gros intestin
	Ankylostomidés	Bunostomum phlebotomum	(+) intestin grêle

PARASITES ET LEUR LOCALISATION

Légende : 0 exceptionnel
(+) rare
+ assez fréquent
++ fréquent
+++ très fréquent

L'expression "strongyloses gastro-intestinales" englobe l'ensemble des infestations dues aux strongles gastro-intestinaux, auxquelles nous rattacherons les pathologies causées par les trichures, les ascarides et les strongyloïdes qui se confondent avec celles des précédents.

B. Variations annuelles de l'infestation parasitaire :

Le degré d'infestation moyen des animaux et des pâtures subit des fluctuations d'une année sur l'autre. Elles ne permettent cependant pas de mettre en évidence de cycle pluriannuel à période fixe.

../..

Raynaud (22) a décrit trois paramètres principaux comme étant à l'origine des quatre variations des niveaux parasitaires moyens :

Agissant sur les animaux, il considère la "charge instantanée" du pâturage au moment de leur introduction sur ce dernier au printemps comme le facteur déterminant dont découle le développement ultérieur de la population chez l'hôte.

Agissant sur les pâtures, il met en avant essentiellement la température et la pluviosité, en rapport avec la saison, pour expliquer les variations de la charge instantanée du pâturage en L_3 infestante au printemps et la mortalité plus ou moins importante des L_2 sous l'effet de la chaleur et de la dessication dans la deuxième partie de l'été.

Ces trois paramètres agissent en interdépendance. C'est ainsi qu'un hiver doux, caractérisé par une température moyenne et une pluviosité élevée, provoque une forte diminution de la population larvaire de la prairie conduisant à une faible charge initiale instantanée à la sortie des animaux au printemps.

De même, un printemps froid ralentit le développement des oeufs en L_3. Il en résulte un retard du pic d'été et une atténuation de son intensité.

Or, la maladie n'apparaît sous sa forme clinique qu'après une génération d'après Raynaud, citant Armour (22), une génération étant représentée par le laps de temps nécessaire à une L_3 infestante pour donner naissance à une nouvelle L_3 infestante.

Ainsi, dans le cas d'un printemps froid, les helminthoses maladies voient leur apparition retardée, et leur nombre diminué. Enfin, un été sec, caractérisé par une température élevée et une pluviosité faible, provoquera une forte mortalité des L_3 qui ont constitué le pic d'été de L_3 de la pâture.

Raynaud signale cependant une exception (22) pour Haemonchus, qui supporte très bien la chaleur sèche comme on a pu s'en rendre compte en 1976, où la sécheresse de l'été a fait apparaître des épidémies d'haemonchoses.

../..

En conséquence, on ne peut décrire de cycle pluriannuel de période fixe concernant les helminthoses, celles-ci étant sous la dépendance de facteurs météorologiques dont il est naturellement impossible de prédire l'évolution.
Les maladies parasitaires considérées évoluent donc selon un mode enzootique avec des pics épizootiques.

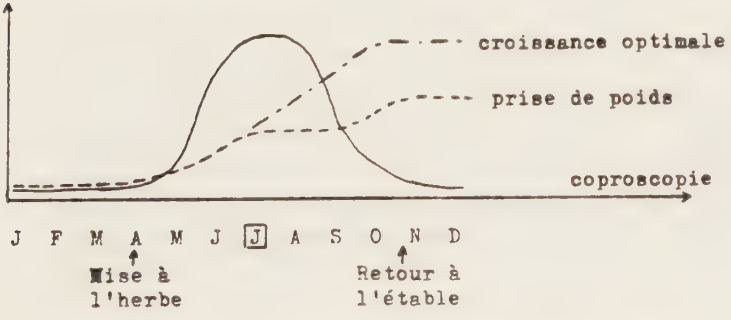
C. Variations saisonnières de l'infestation parasitaire :

Si, d'une année à l'autre, on constate de fortes différences de contamination des pâtures et des bovins, il en est de même, au cours d'une même année, selon la période considérée.

1. Schéma général des variations saisonnières :

a) chez les bovins :

Ces variations ne peuvent être appréhendées, chez les bovins, que par coproscopies effectuées à intervalles réguliers, paramètre reflétant approximativement la population de vers hébergée par l'animal, et par mesure de performances dont les infléchissements traduisent la spoliation due à l'abondance des parasites. En l'occurance, le critère de choix sur un jeune bovin en croissance est le gain de poids. Raynaud a comparé sur un graphique les coproscopies et la prise de poids au cours de l'année :



CROISSANCE PONDERALE ET EVOLUTION DES COPROSCOPIES

../..

De la superposition de ces deux courbes il ressort que la population parasitaire s'accroît à partir de la mise à l'herbe en Avril, pour devenir maximale en été, surtout au mois de Juillet. Parallèlement, c'est en été qu'elle cause les premiers dommages appréciables, en infléchissant la prise de poids. La population parasitaire diminue ensuite pour se stabiliser en hiver, mais la courbe de poids restera toujours inférieure à celle de la croissance optimale.

b) <u>sur les pâtures</u> :

L'appréciation des variations saisonnières sur les pâtures se fait par mesure de la densité de L_3 infestantes rapportée au kilogramme d'herbe sèche. Raynaud (23) a rassemblé ces mesures sur le graphique suivant :

<u>EVOLUTION DU NOMBRE DE L_3 PAR KILO D'HERBE SECHE</u>.

Cette courbe fait apparaître deux populations de L_3 différentes: des L_3 transhivernantes dont le nombre diminue de Décembre à Juin, puis, sous l'effet de conditions climatiques favorables, une population de L_3 de l'année provenant de l'éclosion des oeufs pondus depuis la sortie des animaux. Cette dernière est maximale en Août et régresse ensuite par mortalité des larves. Le pic de L_3 observé est appelé "pic d'été".

.. //..

2. Explication : résultats moyens obtenus chez l'animal :

a) résultats qualitatifs :

Raynaud, Laudren et Jolivet (20) ont montré que, si l'importance de la population totale parasitaire variait avec le moment de l'année auquel on mettait les animaux au pâturage, les pourcentages respectifs de chaque espèce parasitaire restaient assez constants quelque soit le moment de début de pâturage.

b) résultats quantitatifs :

Par une étude menée sur 3 lots d'animaux pâturant à trois périodes différentes :

début de saison : mars à juillet,
milieu " : juin à octobre,
fin " : août à décembre

Raynaud, Laudren et Jolivet (20) ont quantifié les populations de vers rencontrées dans les trois lots après 4 mois de pâture. Ils ont conclu que les populations parasitaires étaient beaucoup plus importantes sur les animaux pâturant en milieu de saison que sur les autres, et que ceux mis au pré en début de saison étaient encore plus infestés que ceux qui ne sont sortis qu'en fin de saison, chaque lot se voyant attribué un pré différent de ceux qui seront affectés aux deux autres lots.
Il est apparu qu'Ostertagia et Cooperia dominaient largement. Trichostrongylus axei et Nematodirus ne représentaient qu'une faible partie de la population totale.
Les auteurs ont aussi remarqué une augmentation notable de la proportion de larves immatures en fin de saison pour chaque espèce, sauf pour Ostertagia, mais ce résultat est controversé par l'auteur lui-même.
Enfin, le pic de population apparaît à un moment variable selon l'espèce parasitaire et son intensité est maximale s'il est situé en milieu de saison. C'est ainsi que la population d'Ostertagia, maximale chez les animaux du lot pâturant en milieu de saison, est 5 fois plus importante que chez ceux

../..

pâturant en début de saison.

Au contraire, Trichostrongylus axei, dont la population atteint son maximum en début de saison, a un effectif minimal en fin de saison dont la valeur est encore la moitié du précédent.

Un dernier point mérite d'être signalé : la maladie clinique n'apparaît que si l'infestation dépasse un certain seuil.

3. Cas particulier d'Ostertagia ostertagi :

Les larves subissent un phénomène d'hypobiose au stade L_4 sous certaines conditions. Le pourcentage de larves inhibées par rapport au nombre total de larves ingérées varie avec la saison. C'est ce que Raynaud en 1981 a montré par la courbe suivante :

POURCENTAGE DE L_3 QUI SUBISSENT UN DEVELOPPEMENT RETARDE EN MUQUEUSE (L_4 EN HYPOBIOSE) EN AUTOMNE ET HIVER.

Il apparaît sur cette courbe que les larves entrent en hypobiose essentiellement entre Octobre et Janvier. Nous verrons, dans l'étude détaillée de ce phénomène qu'effectivement des conditions climatiques défavorables sont à l'origine de la mise en hypobiose, conditions réunies à cette période de l'année.

../..

Le phènomène d'hypobiose :

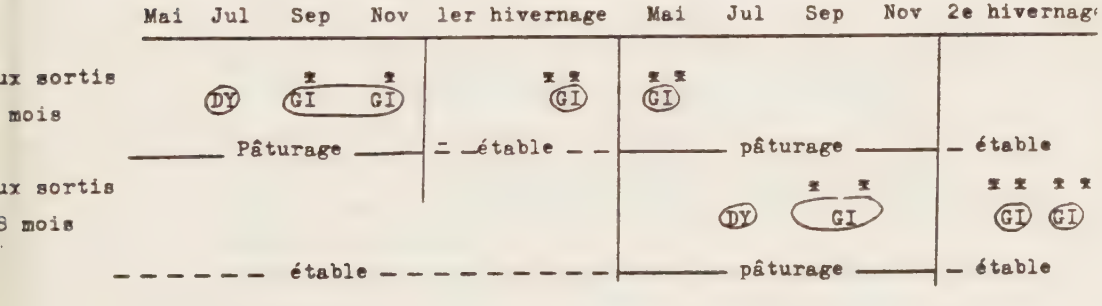
L'hypobiose peut se définir comme un état d'inhibition de la larve d'Ostertagia ostertagi au stade L_4 à l'intérieur de la muqueuse de la caillette du bovin. Cet état se caractérise par un ralentissement du métabolisme de la larve.
Plusieurs explications ont été avancées pour éclairer ce phénomène. Nous retiendrons pour l'instant deux hypothèses ; l'hypobiose est déclenchée par des facteurs climatiques :

- induisant des modifications physiologiques des bovins,
- sélectionnant des souches d'Ostertagia ostertagi sensibles à l'hypobiose.

Dans l'état actuel des connaissances, différentes expériences semblent montrer que les deux hypothèses interviendraient dans la génèse de l'hypobiose.

4. Maladies parasitaires et âge des animaux :

Raynaud (21) a étudié les variations des maladies parasitaires selon l'âge des animaux soumis aux agressions des helminthes. Il a pris comme modèle d'étude des élevages de Haute-Normandie dont la particularité est de sevrer les veaux avant de les placer sur un pâturage, à l'âge de 6 mois ; certains animaux, dont le poids est inférieur à 180 kg à 6 mois, seront sortis de l'étable à 18 mois seulement. Voici réunies sur un tableau synoptique les pathologies observées sur les veaux lâchés à 6 mois et à 18 mois.



DY : dictyocaulose ⁑ : ostertagiose de type I
GI : strongyloses gastro-intestinales ⁑ ⁑ : " " II

../..

Il en a déduit les conclusions suivantes :

1. Les dictyocauloses, ostertagioses de type I et II apparaissent après le même délai depuis la sortie au pré chez les veaux de 6 mois et de 18 mois. Il ne semble donc pas y avoir intervention de l'âge.

2. La pathologie observée sur les veaux de 18 mois en première saison étant la réplique exacte de celle des veaux de 6 mois en première saison, on peut penser que le numéro de la saison de pâture joue un rôle déterminant.
   Par ailleurs, il a remarqué que les animaux ayant déjà effectué une saison de pâture étaient beaucoup moins sensibles aux helminthes lors des suivantes. Là encore, l'âge intervient peu; seule une résistance acquise par un premier contact avec les vers modifie les réactions des bovins aux agressions parasitaires.
   Dans ce même article, Raynaud a voulu démontrer le rôle du mode d'élevage sur la pathologie helminthique du veau. Il a donc comparé la pathologie rencontrée en Haute-Normandie à celle observée en Bourgogne, lorsque les veaux sont encore sous la mère en première saison de pâture. Il s'est aperçu qu'il retrouvait la dictyocaulose et les strongyloses gastro-intestinales de type I, mais d'apparition plus tardive (Octobre-Novembre), et les ostertagioses de type II inchangées par rapport au type Haute-Normandie. Il a expliqué le retard des deux premières entités pathologiques citées par le fait que pendant la première partie de la saison de pâture les veaux, plus jeunes tètent leur mère et n'ingèrent pas d'herbe.
   Ce n'est qu'ensuite, lorsqu'ils commenceront à manger de l'herbe qu'ils se contamineront en larves infestantes, et extérioriseront la maladie après le délai de maturation normale des larves ingérées.
   En conclusion, l'âge intervient peu dans l'apparition d'helminthes. Au contraire, le numéro de la saison de pâture et le mode d'élevage jouent un rôle déterminant.

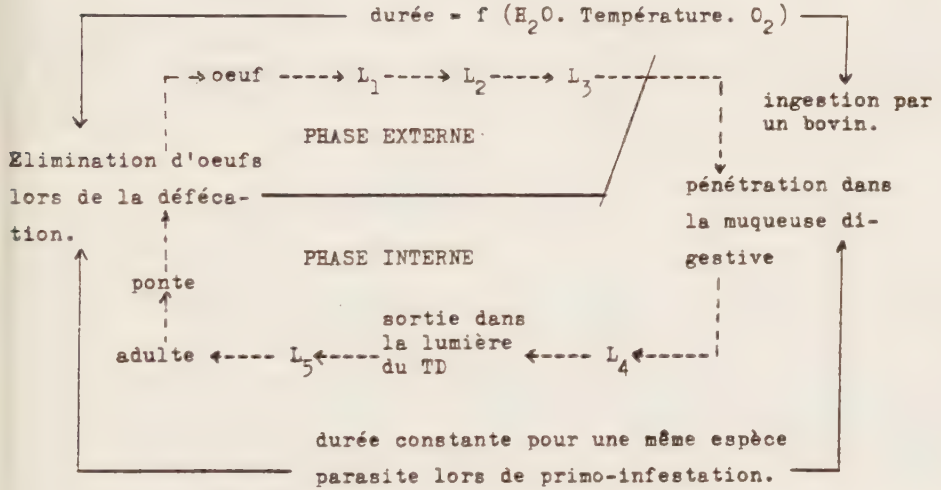
../..

2. EPIDEMIOLOGIE ANALYTIQUE.

A. Cycle reproducteur général des strongles :

Nous entendrons sous le vocable de"strongles", les strongles digestifs et dictycaulus viviparus. Nous y rajouterons Toxocara vitulorum. L'ensemble des strongles considérés obéissent à la règle de MAUPAS qui veut que leur larve infestante soit le stade L_3. Toxocara vitulorum y fait cependant exception, et son stade infestant est le stade L_2.

1. cas des strongles gastro-intestinaux :

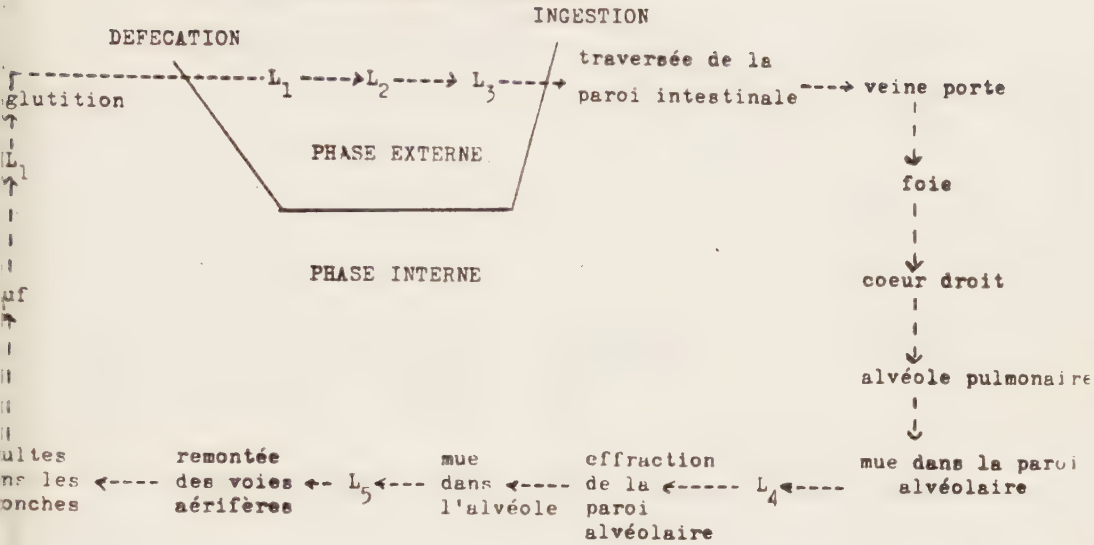


CYCLE DES STRONGLES DIGESTIFS.

La localisation du parasite dépend du genre en cause. Ainsi, Haemonchus, Ostertagia et Trichostrongylus axei vivront dans la caillette. Les autres se développeront dans l'intestin.

../..

2. cas de Dictyocaulus viviparus :

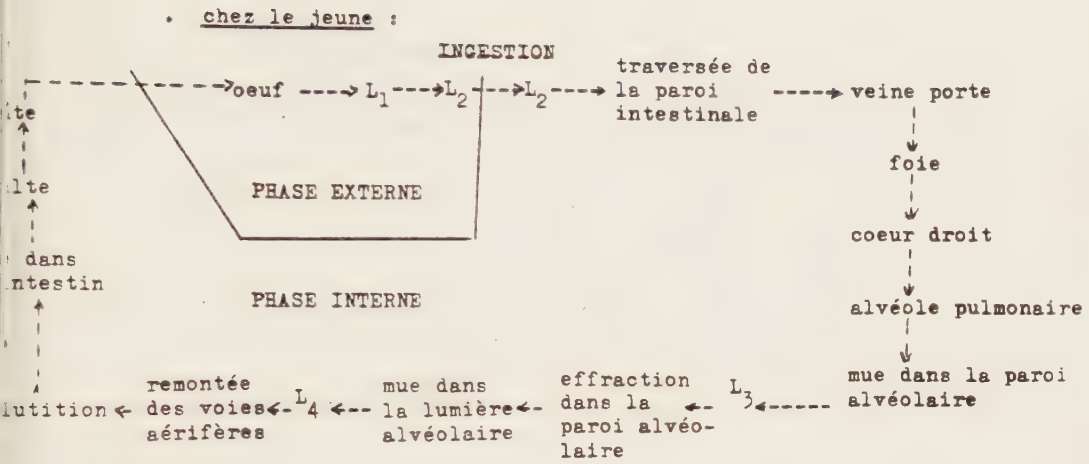


CYCLE DE DICTYOCAULUS VIVIPARUS.

On remarque que, dans ce cas, l'élément disséminé dans le milieu extérieur est la larve L_1 et non plus l'oeuf.
Par ailleurs, lors de migration d'une deuxième population de larves L_3 dans l'organisme, des phénomènes immunitaires provoquent une allergie au niveau du poumon et déclenchent un syndrome bronchique asthmatiforme.

3. cas de Toxocara vitulorum :

../..



CYCLE DE TOXOCARA VITULORUM CHEZ UN BOVIN DE MOINS DE 3 MOIS

Nous retrouvons la notion de facteur infestant au stade 2. De même, nous retrouvons une migration à travers l'organisme de l'hôte justifiant l'appellation de cycle indirect.

- chez un animal déjà sensibilisé :

Des phénomènes immunitaires empêchent la mue du stade L_2 au stade L_3 dans l'alvéole pulmonaire, et la larve L_2, suivant la circulation sanguine, retourne au coeur gauche cette fois-ci et, de là, par l'artère aorte, migre vers divers organes où elle s'enkystera. Les organes visés seront souvent la mamelle ou l'utérus, mais aussi parfois le système nerveux central. Dans le dernier cas, elle risque de provoquer une embolie, conduisant à des séquelles nerveuses et souvent à la mort de l'animal. Dans les deux autres cas, la larve pourra traverser le placenta lors de gestation et contaminer le foetus, ou reprendra son développement lors du part et passera dans le lait. Elle sera alors absorbée par le jeune et provoquera encore une contamination précoce.

../..

B. Sources de parasites :

Les deux phases du cycle devant obligatoirement se succéder, l'infestation ne peut se faire qu'à partir de la phase externe, à deux exceptions près : Toxocara et Strongyloïdes. En effet, nous verrons que, dans ces deux cas, il peut y avoir transmission directe de l'élément infestant, de l'adulte au jeune. De même, certaines formes de résistance peuvent rendre l'animal lui-même source de parasites. Nous envisagerons donc d'abord le milieu extérieur, puis l'animal comme source de parasites.

a) le milieu extérieur :

. la larve L_3 :

Raynaud (23) a mis en évidence la succession de deux populations différentes de larves L_3 au cours de l'année. L'une d'elles est constituée de L_3 dites "transhivernantes" car elles ont résisté à l'hiver sur le pâturage. L'autre provient du développement des oeufs pondus dans l'année, lors du retour saisonnier des conditions favorables à leur maturation.
La première voit ses effectifs diminuer tout au long de l'hiver. On peut considérer qu'elle a disparu en Mai-Juin.
Les premières larves de l'année, au contraire, apparaissent en Juin, provenant des oeufs qui se sont développés le plus précocement. Mais la majeure partie des L_3 apparaît fin Juillet, en relation avec un taux maximum d'éclosion des oeufs pondus depuis la sortie. C'est le pic d'été.
Puis, les bovins en ingèrant un certain nombre, d'autres mourant sous l'effet des conditions climatiques trop rigoureuses ou faute d'avoir été absorbées par un hôte, l'effectif total de la population de L_3 s'amenuisera jusqu'à la fin de l'hiver (L_3 transhivernantes). Nous retrouvons ici les trois temps forts de la courbe de variations saisonnières de la contamination des pâtures observée dans l'épidémiologie descriptive.

../..

Remarque : La larve L_3 assure donc deux fonctions dans le cycle, elle intervient comme élément de résistance (L_3 transhivernante) et comme élément de contamination (L_3 de l'année et L_3 transhivernante).

. les oeufs :

Ils n'interviennent pas directement comme source de parasites, car ils ne sont pas infestants par eux-mêmes. Cependant, ils méritent d'être cités ici, car ils représentent le réel facteur de dissémination, en étant déposés à divers endroits avec les bouses.

b) Les animaux :

. éléments de dissémination en été :

Lorsqu'il héberge des adultes, l'animal élimine dans ses fecès une grande quantité d'oeufs. Après maturation, ces oeufs donnent des larves infestantes. De plus, étant capable de grands déplacements, l'animal dissémine ses fecès et les oeufs qu'ils contiennent sur de larges surfaces pâturables. En somme, si l'hôte ne joue qu'un rôle très indirect dans la contamination de ses congénères, il représente un élément fondamental de dissémination des parasites.
De même, l'animal joue le rôle de disséminateur au second degré par son effet de recyclage des larves transhivernantes.

. éléments de résistance en hiver :

Certains parasites sont capables d'inhiber leur métabolisme durant une période plus ou moins longue, lorsqu'ils sont dans l'organisme de l'hôte.
C'est le cas de Ostertagia ostertagi, qui subira un phénomène d'hypobiose au stade L_4, et pourra ainsi rester dans l'épaisseur de la muqueuse de la caillette, enkysté dans un nodule fibreux pendant 16 à 18 semaines.
Nous étudierons ce phénomène un peu plus loin.

../..

Dictyocaulus viviparus, lui, sera capable, par inhibition au stade L_5 dans l'alvéole pulmonaire, d'attendre que les conditions extérieures deviennent favorables à sa progéniture. Or, le stade L_5 n'est autre qu'un adulte sexuellement immature.

En somme, ce parasite aura déjà effectué un développement à peu près complet avant l'hiver, et pourra débuter sa ponte avant tout autre ver, et avec un délai minimum dès l'arrivée de facteurs météorologiques favorables.

En conséquence, ces différents cas particuliers confèrent une protection accrue au parasite pendant l'hiver, et aboutissent à une contamination plus précoce des pâturages.

C. Voies d'infestation :

a) la voie orale :

Les animaux se contamineront par ingestion d'herbe sur laquelle se trouve une ou plusieurs larves L_3. Razafiarison (24) a rapporté que la répartition des L_3 sur un brin d'herbe était inégale. En effet, selon lui, la majeure partie des L_3 se trouve concentrée sur le tiers inférieur du brin d'herbe. Très peu de larves se situent sur la pointe de la tige ou de la feuille. Ainsi, lorsque l'herbe est haute, au printemps, et la contamination encore faible, l'animal ne consomme que la partie supérieure des brins, et ingère très peu de larves. Par contre, l'herbe courte de l'été, fortement contaminée en L_3 du pic d'été sera absorbée jusqu'à la base et infestera le bovin par un grand nombre de L_3.

On voit ici une des causes de la concentration des helminthoses maladies pendant la deuxième moitié de la saison de pâture.

Le lait peut aussi représenter une source de contamination du veau. C'est le cas de Toxocara vitulorum et Strongyloïdes papillosus.

../..

b) la voie transplacentaire :

Elle existe dans le cas de Toxocara vitulorum.

C) la voie transcutanée :

Elle peut être utilisée par Strongyloïdes papillosus. Après effraction cutanée, la larve migre dans l'organisme par la circulation sanguine, puis par les voies aérifères et aboutit au tube digestif par déglutition.

D. Facteurs de variation de la pression parasitaire :

Nous distinguerons des facteurs de variation liés au parasite et des facteurs liés à l'animal.

1. facteurs parasitaires :

a) intervenant sur la contamination du milieu :

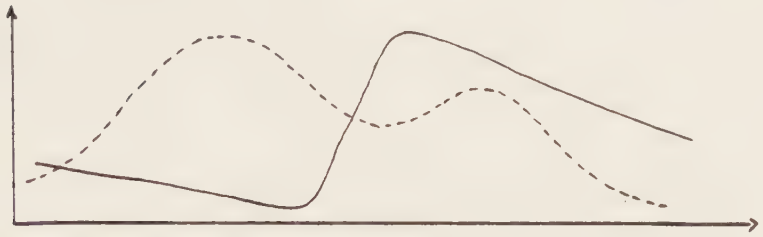
Le principal paramètre à considérer est la charge parasitaire instantanée de la pâture dont dépend la contamination ultérieure de l'animal, et par voie de conséquence, le nombre d'oeufs éliminés par celui-ci dans le milieu extérieur. Or, la valeur de cette ponte est en relation positive directe avec l'intensité de la charge parasitaire instantanée lors de la sortie des animaux au printemps prochain.
Cette charge parasitaire instantanée est le résultat de la combinaison de trois facteurs :

- la hauteur d'herbe,
- la vitesse de développement des oeufs,
- la durée de survie des L_3.

. La hauteur d'herbe peut avoir un rôle considérable dû à la répartition inégale des larves le long de la tige.
Celles-ci se concentrent à la base et sont rares au sommet comme l'a montré Razafiarison (24). Il en résulte qu'une herbe haute expose moins à la contamination qu'un pré surpâturé.
De plus, Raynaud (23) a montré, en superposant la courbe de

../..

variation de la hauteur de l'herbe au cours de la saison et celle de la densité de L_3, que le pic d'été était encore accentué par la faible hauteur de l'herbe à ce moment-là.



HAUTEUR D'HERBE ET CHARGE EN L_3.

Enfin, les larves L_3 étant sensibles à la lumière et surtout aux rayons ultra-violets, leur survie sera abrégée si l'herbe est rase, celles-ci étant alors beaucoup plus exposées (Razafierson (24)).

. La vitesse de développement des oeufs est peu influencée par le degré hygrométrique, si celui-ci est supérieur à un seuil nécessaire à la poursuite du développement embryonnaire comme l'a énoncé Maller (13). Cependant, leur développement est entièrement arrêté si le degré hygrométrique est inférieur à ce seuil.

Elle dépend, par contre, étroitement de la température ambiante. Pandey (7) a évalué le temps nécessaire à des oeufs de Ostertagia ostertagi pour éclore selon la température d'incubation. Il a obtenu le tableau suivant :

../..

% d'oeufs éclos après :

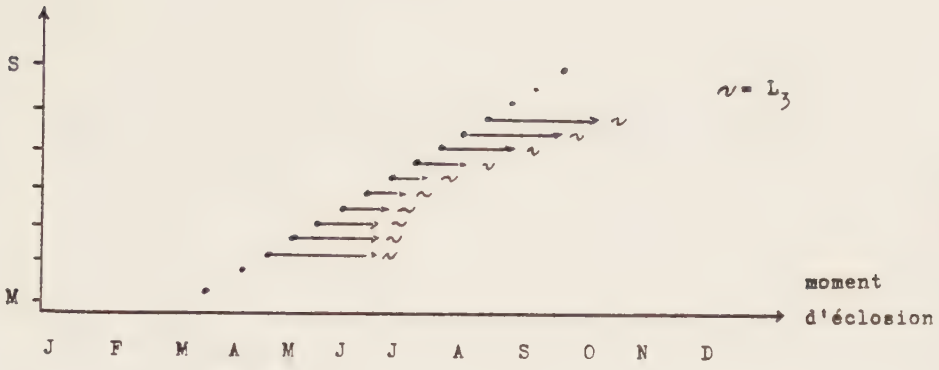
Température °C	heures				jours			
	6	12	24	36	2	3	4	5
40	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	35	81	88	94	0	0	0
30	0	30	87	98	99	0	0	0
25	0	2	84	93	98	0	0	0
20	0	0	13	61	75	90	0	0
15	0	0	0	10	84	95	0	0
10	0	0	0	0	0	8	10	100
4	0	0	0	0	0	0	0	0

VITESSE D'ECLOSION DES OEUFS EN FONCTION DE LA TEMPERATURE

Il est clair, d'après ce tableau, que le développement embryonnaire ne peut avoir lieu que dans un intervalle de température donné (10—35 ° C), et que la vitesse d'éclosion augmente quand la température augmente.

Ce phé nomène expérimental se retrouve sur le terrain. Raynaud (7) a mesuré le temps nécessaire aux oeufs pour se développer en fonction du moment de ponte dans la saison, moment caractérisé par sa température moyenne. Les résultats ont été rassemblés sur un graphique :

../..



EVOLUTION DE L'OEUF EN FONCTION DE LA TEMPERATURE.

(selon J.P. Raynaud)

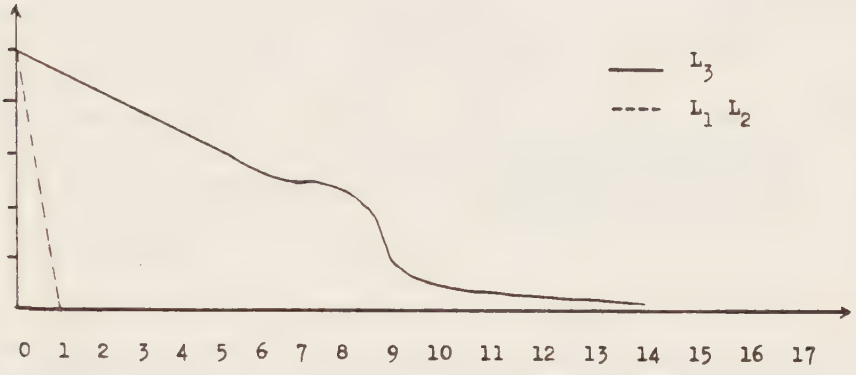
. La durée de survie des larves est en étroite relation avec la température ambiante. C'est ce qu'a montré Rose en 1961 (25) mesurant le maximum de longévité des L_3 en semaines en fonction de la température.

Température (°C)	Maximum de longévité (en semaines)
24-25	29
15-16	55
10-11	109
6- 7	134

Il est intéressant de constater l'influence du froid sur la survie des larves L_3. Ceci explique d'ailleurs que ces dernières puissent passer l'hiver sur la pâture. Remarquons cependant, que l'auteur signale une très forte sensibilité des larves L_1 et L_2 à la baisse de température, ce qui est contraire au comportement des L_3.
Puis, devant l'allongement de la durée de survie des L_3 avec la baisse de la température, Rose (25) a cherché à mesurer leur

../..

survie au gel. Il a obtenu la courbe suivante, les larves étant placées entre - 4°C et - 6 °C.



INFLUENCE DU GEL SUR LA LONGEVITE DES LARVES

Nous retrouvons la très forte sensibilité des L_1 et L_2 au froid. Par contre, nous pouvons aussi lire sur cette courbe que les L_3, qui résistaient 134 semaines à + 6 °C, ne supportent une température de - 6 °C que pendant 15 semaines. Cette sensibilité au gel explique qu'un hiver trop rude décime la population de L_3 transhivernantes.

La survie des L_3 est aussi en relation avec le degré hygrométrique du milieu où elles se trouvent. En effet, Maller (13) rapporte qu'à 100 % d'humidité, 92 % des L_3 étaient encore vivante après 56 jours, alors qu'à 50 % d'humidité, aucune L_3 n'avait survécu au 15e jour.

Cette sensibilité à la dessication, décrite ici pour Ostertagia ostertagi, et vraie pour la plupart des parasites, souffre cependant une exception, la L_3 de Haemonchus, comme l'a montré Raynaud (22) par les statistiques parasitaires de l'été 1976.

b) intervenant sur la perennité des parasites : l'hypobiose.

Nous abordons ici un phénomène encore incomplètement éclairci :

../..

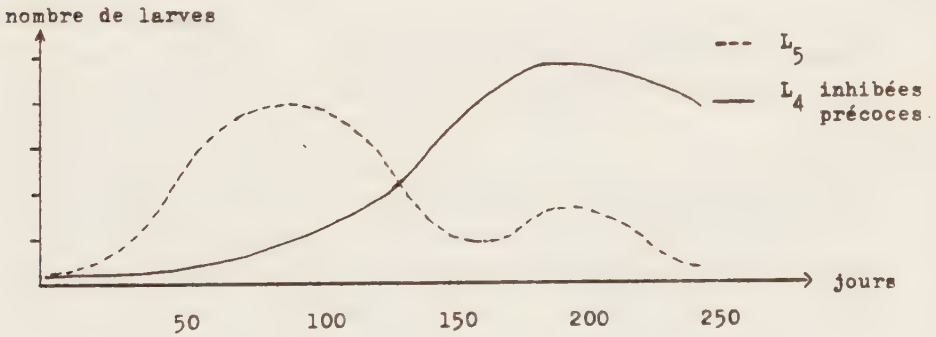
Nous possèdons quelques certitudes à son propos, mais aucune théorie démontrée sans ambigüité sur le mécanisme lui-même.

. les éléments connus :

- Armour et Bruce (2) ont démontré que la durée de l'hypobiose était constante quelque soit le moment de l'année où la L_4 s'inhibait, et d'environ 16 à 18 semaines.
D'après de multiples travaux, il ressort aussi que l'inhibition n'est pas irreversible, que deux facteurs sont déterminants, le froid et la résistance de l'hôte, et qu'une larve L_3 ayant passé un hiver dans le pré ne peut plus subir le phénomène d'hypobiose.

. les trois théories expliquant le phénomène :

1) acquisition d'une résistance de l'hôte au parasite ?
Michel, (14) en 1963, a posé comme hypothèse que ce phénomène résultait de l'immunisation de l'hôte vis-à-vis du parasite, au même titre que l'inhibition larvaire de Dictyocaulus viviparus chez le veau pour laquelle il avait démontré en 1955 l'intervention prépondérante de réactions immunitaires.
Pour entériner cette hypothèse, il a fait ingérer quotidiennement à chaque veau d'un lot 1 500 larves L_3 d'Ostertagia ostertagi. Puis, par autopsies tout au long de l'expérience, il a tracé la courbe suivante :



EVOLUTION DES POPULATIONS LARVAIRES EN FONCTION DE LA DUREE D'INFESTATION

../..

La courbe montre bien un délai d'apparition des L_4 inhibées, associé à la régression de la population de L_5 et d'adultes. Une "résistance" de l'hôte serait donc responsable de modifications du milieu conduisant à un bouleversement de la répartition larvaire de la population et à l'installation de l'hypobiose. Crofton en 1954 et 1958, a montré que cette "résistance" était vraisemblablement d'ordre immunitaire.

2) hypobiose par modifications saisonnières de l'hôte ou du parasit
Il s'agit de la "théorie de Armour , Jennings et Urquhart".
- en 1969 (1), ils ont montré que phénomène résultait d'une modification saisonnière. Pour ce faire, ils ont placé un lot de veau sur une pâture de Mai à Octobre. Puis, ils rajoutèrent régulièrement quelques veaux neufs à ce lot pour une durée de 15 jours. Au terme de ces 15 jours, ils sacrifièrent quelques veaux du lot et les "veaux neufs" et comparèrent leur population d'Ostertagia ostertagi. Ils ont obtenu les résultats suivants :

- les veaux permanents ont une population rapidement stabilisée à 20 000 vers; le pourcentage de L_4 inhibées augmente au cours de la saison.
- les veaux passagers ont une population identique à celle des veaux permanents, à l'importance numérique près, même en fin de saison lorsque ces derniers hébergent 90 % de L_4 inhibés.
  En conséquence : ils infirment par cette expérience la thèse de Michel de "résistance acquise de l'hôte" conduisant à l'inhibition et font appel à des modifications saisonnières physiologiques.
- toujours en 1969, (3) ces mêmes auteurs ont essayé de savoir si les modifications physiologiques incriminées concernaient l'hôte ou le parasite. Remarquant que les L_3 qui avaient passé l'hiver sur la pâture devenaient incapables de s'inhiber au printemps, ils conclurent que les modifications saisonnières étaient le fait de l'hôte. Mais ils ne purent en préciser

../..

la nature.

Puis, ils contaminèrent trois groupes de veaux : le premier par des L_3 élevées en laboratoire, et administrées directement per os (Lot I), le deuxième par mise sur un champs contaminé par des larves L_3 de laboratoire (Lot II), et le troisième par pâturage sur un pré infesté naturellement (Lot III). Ces infestations eurent lieu en fin d'automne. Comptant le nombre de L_4 inhibées dans chacun des 3 lots, ils ont obtenu les résultats suivants :

En conclusion, les taux différents d'inhibition de L_4 de ces trois lots proviennent d'une "modification" des larves L_3. Notamment, il existerait une souche naturelle sensible à l'hypobiose et une souche de laboratoire peu sensible. Remarquons cependant que la souche de laboratoire est d'autant moins sensible qu'elle n'est pas passée dans le milieu extérieur, et qu'elle a été administrée per os.

Ce résultat confirmerait une expérience précédente de la même équipe en 1967 (4), au cours de laquelle ils avaient infesté 3 lots de veaux avec des larves L_3 naturelles ou de laboratoire. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau ci-dessous : (il s'agissait de larves d' Ostertagia ostertagi).

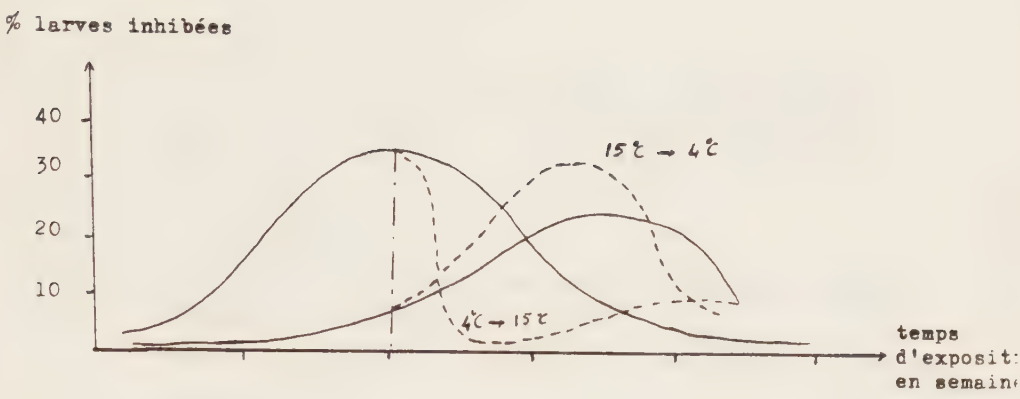
../..

ıddock	Origine des larves	date d'infestation	% L_4 inhibées chez veaux pâturant jusqu'à mi-Sept.	% L_4 inhibées chez veaux pâturant jusqu'à mi-Oct.
A	naturelles	Mai 1966	15	77
B	laboratoire	Mai 1966	15	16
C	laboratoire	Mai 1965	15	20

Devant la proportion beaucoup plus élevée de L_4 inhibées dans le lot infesté par des larves naturelles, ces auteurs avaient conclu à l'existence d'une souche de laboratoire non sensible aux facteurs d'inhibition ou à l'influence d'une technique de culture sélectionnant des souches non sensibles à l'inhibition larvaire.
En conséquence, la théorie émise est la suivante : l'hypobiose serait une inhibition larvaire au stade L_4 due à des modifications saisonnières de l'hôte et ne concernant qu'une des deux souches de L_3 d'Ostertagia ostertagi que l'on peut rencontrer. La souche sensible pourrait au cours de l'hiver sur la pâture, ce qui expliquerait l'impossibilité d'induction d'hypobiose au printemps par contamination naturelle, l'autre survivrait à l'hiver.

3) l'inhibition larvaire : un phénomène de Diapause.
Michel, Lancaster et Hong (15) en 1975, ont étudié l'effet de la température sur l'inhibition des L_3. Infestant des animaux avec des larves L_3 entretenues à 4 °C ou à 15 °C pendant des durées variables, ils ont tracé des courbes visualisant le taux d'inhibition en fonction de la durée d'exposition des L_3 à une température donnée. Puis, modifiant la température ambiante d'une partie des larves entretenues à 4 °C et à 15 °C, ils ont comparé le taux d'inhibition obtenu au taux précédemment observé.

../..



En conséquence, le taux d'inhibition des larves L_3 au stade L_4 est fonction de la température, le pourcentage de L_4 inhibées étant différent à 4 °C et à 15 °C. Des variations de température modifient rapidement le taux d'inhibition, notamment des L_3 entretenues à 4 °C dont la température ambiante est élevée à 15 °C après 12 semaines perdent leur possibilité d'inhibition en 1 à 2 semaines. Enfin, après 18 semaines d'exposition des L_3 à 4 °C, ces dernières perdent rapidement leur pouvoir d'inhibition.

Or, une induction de l'inhibition par le froid, la fixité de la période d'inhibition, et une maturation spontanée des larves inhibées, représentent les 3 caractéristiques d'une diapause. La ressemblance est frappante, même si le terme de diapause s'applique en général aux individus libres, et surtout aux insectes !

c) <u>facteurs intervenant sur la dissémination des larves L_3</u> :

Williams et Bilkovitch (27) en 1973, ont montré que la pluviosité influençait la migration des L_3 depuis les bouses. C'est ainsi que, selon eux, si la pluviosité est faible,

../..

les larves ne s'éloignentpas de plus de 2,5 cm des bouses. Dans le cas contraire, elles migrent à plus de 15 cm des bouses. Cette différence a une incidence certaine sur la contamination des bovins.

2. l'immunité animale :

a) existence de "facteurs individuels" régissant l'équilibre hôte-parasite:

Leur intervention fut prouvée par Egerton, Walter et Cuekler en 1963 (8).
Plaçant 46 agneaux dans des conditions identiques de contamination, ils évaluent le degré d'infestation de chaque agneau. Ce niveau est très variable ; seuls quelques-uns sont fortement contaminés. Ils en déduisent l'existence de "facteurs individuels" qui, associés à la pression parasitaire, créent un équilibre hôte-parasite.

b) les "facteurs individuels" semblent être une immunisation :

Raynaud (22) a fait ingérer à un lot d'agnelles des doses constantes de L_3 infestantes. Par sacrifice de quelques agnelles de façon périodique au cours de l'expérience, il a compté le nombre des vers présents dans le tube digestif des animaux. Il a obtenu les résultats suivants :

Vers totaux par agnelle	Age de l'agnelle	Mois
1 020	5 - 6 mois	Septembre
2 300	7 "	Octobre
8 100	8 "	Novembre
18 900	10 "	Janvier
3 500	12 "	Mars
3 955	13 "	Avril
2 500	14 "	Mai
2 900	15 "	Juin

PHENOMENE DE SELF-CURE

../..

Il apparaît deux phases dans l'évolution de la population helminthique des agnelles : une phase ascendante rapide, au cours de laquelle l'hôte est passif (Septembre à Janvier) et une phase de décroissance et stabilisation au cours de laquelle l'hôte réagit (Février à Juin). Selon Raynaud, le délai avant la réaction de l'hôte serait un délai d'immunisation.
Ainsi, les facteurs individuels incriminés seraient des facteurs immunitaires.

c) principaux facteurs agissant sur l'équilibre hôte-parasite :

De multiples facteurs sont susceptibles d'agir sur cet équilibre, en diminuant les défenses immunitaires de l'hôte.
Les principaux sont :

- la sous-nutrition, notamment la période de manque d'herbe en été.
- la gestation ou la lactation.
- les agents pathogènes divers.
- des traitements anthelminthiques inadaptés.

3. EPIDEMIOLOGIE SYNTHETIQUE

Après avoir tenté d'envisager les sources des parasites et les causes des variations de la pression parasitaire, il nous reste à les intégrer chacune à leur place, dans un schéma d'ensemble de l'apparition des strongyloses, afin d'en déduire ultérieurement les moyens de prophylaxie.

A. Interactions causales sur les strongyloses :

Les protagonistes sont :

- les parasites,
- le milieu extérieur,
- l'animal.

../..

Un phénomène important modifie les relations entre protagonistes : la pérennité de l'espèce parasitaire. Deux mécanismes peuvent être rencontrés :

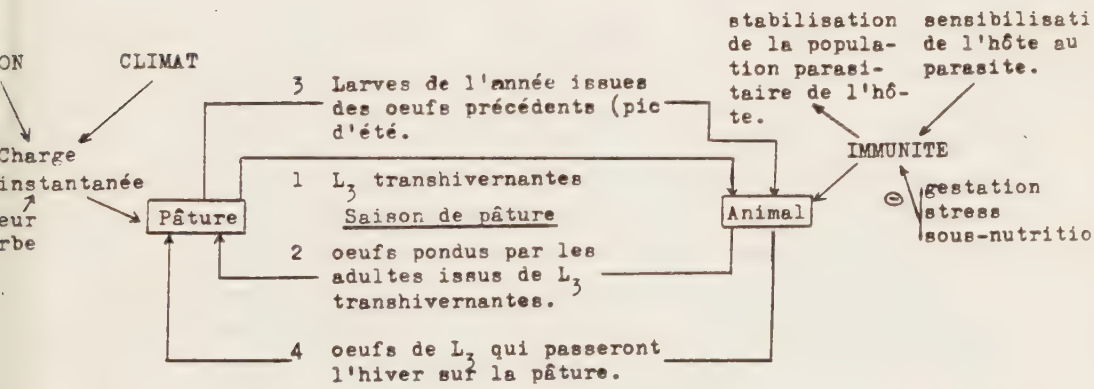
- la survie des L_3 sur le pâturage pendant l'hiver,
- l'inhibition larvaire de plusieurs types :
  - type Ostertagia : l'hypobiose au stade L_4.
  - type Dictyocaulus : l'inhibition au stade L_5 (adultes immatures).
  - type strongyloïdes : par mise au repos des larves L_3 dans les mamelles, larves reprénant leur métabolisme normal au moment du part.

Deux facteurs modulent la relation hôte-parasite :

- la charge parasitaire instantannée résultant :
  - du climat,
  - de la saison,
  - de la hauteur d'herbe.
- l'immunité animale et ses paramètres de variation.

B. <u>Conclusion</u> :

En guise de conclusion, nous avons rassemblé tous les facteurs sur un schéma récapitulatif :



../..

4. MOYENS DE LUTTE

Les moyens de lutte peuvent se ranger en deux catégories :

- les méthodes sanitaires, à visées essentiellement prophylactiqu
- les méthodes médicales, curatives ou prophylactiques.

Ces méthodes sont éclairées par le schéma synthétique expliquant l'entretien des strongyloses dans un troupeau de bovins.

1. L'action sanitaire :

L'action sanitaire comprend deux phases :
La première agit sur l'animal et a pour but d'augmenter la résistance intrinsèque de celui-ci face à l'agresseur.
La deuxième concerne la pâture et vise à en réduire la charge parasitaire.

• Action sur l'animal :

L'animal possède un potentiel immunitaire lui conférant une certaine résistance. Le bovin est capable de maintenir la population parasitaire qu'il héberge à un niveau faible; il s'établit un équilibre entre l'hôte et le parasite.

Cet équilibre sera rompu dès que l'hôte subira une baisse de résistance et la population parasitaire s'accroîtra alors, parfois jusqu'à dépasser le seuil critique séparant la strongylose infraclinique.
Notre but sera donc de favoriser l'expression de ces défenses naturelles, afin de voir s'établir cet équilibre le plus tôt, et limiter l'action pathogène des vers.
Pour aboutir à cela, il faut fournir à l'animal des conditions d'hygiène générale optimale; nous insisterons tout particulièrement sur l'aspect alimentaire. Il faut distribuer une ration suffisante et équilibrée durant toute la période de stabulation, afin de sortir les bovins aux prés dans les meilleures conditions de défense, et surtout penser à leur apporter un complément sur le pré en été, lorsque la quantité d'

../..

herbe diminue, et que sa qualité régresse, car ce sera là le moment où l'animal se trouvera confronté au pic parasitaire de l'été.

. Action sur la pâture :

Elle cherche à abaisser le niveau de contamination de la pâture. Le moyen d'y arriver est une rotation organisée de façon rationnelle sur différents pâturages de l'exploitation.

Malheureusement, une telle rotation de pâturages est peu défendable économiquement. En effet, un système efficace serait de laisser se stériliser les pâtures jusqu'en Juillet pour ne sortir les animaux qu'à ce moment. L'herbe serait, d'ici là, récoltée sous forme d'ensilage pour la valoriser, mais le coût serait élevé, car l'utilisation des machines agricoles pour la réalisation de l'ensilage revient beaucoup plus cher que de laisser les bovins la ramasser, et l'alimentation des bovins à l'étable est aussi d'un prix de revient élevé.

De plus, ce procédé nécessite une vermifugation avant la sortie des animaux, en juillet, pour éliminer les Dictyocaulus et Ostertagia devenus adultes au printemps afin d'éviter la recontamination des pâtures à la sortie des animaux.

. Conclusion :

La méthode sanitaire comporte deux limites :
le coût élevé de la rotation des pâturages,
et l'efficacité toute relative de l'hygiène des animaux.

2. L'action médicale :

Elle doit compléter l'action sanitaire. Elle aura pour cible l'animal. On distinguera :
une méthode d'action curative, la vermifugation traditionnelle,

../..

et des méthodes d'action essentiellement prophylactiques, l'utilisation du diffuseur Paratect, ou le plan de vermifugation.

. Le traitement curatif:

La façon la plus élémentaire de lutter contre les strongyloses est de traiter, à l'aide d'un produit à action ponctuelle dans le temps, dès l'apparition de strongyloses maladies. L'éleveur, dans ce cas, vermifuge l'animal atteint, ou l'ensemble du troupeau, comprenant que le premier cas de strongylose maladie est probablement témoin d'une enzootie imminente qu'il évitera momentanément par la vermifugation. Mais, s'il a ainsi déparasité les animaux, il n'en a pas pour autant stérilisé la pâture, et, les mêmes causes produisant les mêmes effets, le troupeau recyclera les larves L_3 du pré et présentera de nouveaux cas de strongyloses quelques semaines plus tard.

Une amélioration de la méthode consiste à utiliser un anthelminthique rémanent, tel l'Ivermectine (IVOMEC MD) actif sur les parasites adultes ou les larves durant 15 jours. On retarde ainsi le recyclage des larves d'autant, et on diminue la charge parasitaire du pré du nombre de larves ingérées par les bovins et tuées par l'Ivermectine.

. Les mesures prophylactiques :

Ce sont les méthodes les plus efficaces. Elles ont toutes pour but de retarder et réduire, ou d'éliminer le pic de l'été qui, nous l'avons vu, est à l'origine de la forte contamination des bovins et de l'apparition des strongyloses maladies.

Le plan de vermifugation : il doit retarder l'apparition du pic de l'été, afin d'éviter la potentialisation de celui-ci par la faible quantité d'herbe disponible dans les prés en Juillet et en Août, et pour permettre aux jeunes bovins de réaliser une immunité correcte par un contact prolongé

../..

avec les larves, notamment aux moments des mues de ces dernières, tout en évitant d'aboutir à la ponte des parasites.

Pour ce faire, on laisse évoluer les larves jusqu'au stade adulte chez l'hôte, les mues constituant les moments principaux de l'immunisation des bovins, et on vermifuge pour éliminer les vers juste avant l'entrée en ponte.

En pratique, on considère que le temps de maturation de la larve L_3 jusqu'au stade adulte est de trois semaines pour les parasites dont le cycle est le plus court. Par conséquent, un procédé efficace serait de vermifuger trois et six semaines après la sortie au pre, afin d'éliminer deux contingents de larves L_3 transhivernales, et de permettre une bonne immunisation des jeunes bovins, puis de revermifuger à la rentrée des animaux à l'étable pour éliminer les larves adultes de fin de saison.

Une amélioration de la technique consiste à vermifuger à l'aide de l'Ivermectine afin de profiter de sa rémanence d'environ quinze jours pour retarder d'autant l'apparition du pic de l'été. On vermifuge donc à trois et huit semaines et on profite ainsi de dix semaines de stérilisation de la pâture. A la rentrée, la rémanence n'ayant pas d'utilité, on utilisera un vermifuge classique.

Conclusion : il s'agit d'une méthode efficace, mais présentant plusieurs inconvénients : elle oblige à une répétition de manoeuvres, et à intervenir sur des animaux au pré (si l'un d'eux échappe à l'intervention, on aboutit à l'annulation des résultats recherchés).

Le concept diffuseur Paratect : à la recherche d'une prévention pouvant être obtenue par une seule manipulation de l'animal avant sa mise au pré, et qui permette une libération de doses filées d'anthelminthiques pendant une durée suffisante, on a abouti à la réalisation d'un appareil

../..

original dont l'ingestion entretient pendant la durée requise un taux suffisant d'anthelminthiques dans la lumière intestinale.
Ce diffuseur étant placé dans le réseau du bovin, toute larve L_3 arrivant dans le réseau de l'animal est tuée avant d'avoir pu évoluer ou même causer quelque dégât que ce soit. Or, une rémanence de trois mois chez les animaux permet au troupeau d'éliminer suffisamment de larves L_3 du pâturage pour éviter complètement l'apparition du pic de l'été. Une seule réserve est à émettre : les larves étant immédiatement tuées, il n'y a pas d'immunisation des bovins, par absence de mue des larves. Or, les résultats expérimentaux montrent que les quelques larves restantes sur le pré lorsque le diffuseur n'agit plus sont capables de donner une contamination résiduelle du pré si la saison de pâture se prolonge. Et, les bovins n'étant plus protégés ni immunisés, on peut craindre des cas de strongyloses cliniques.

En somme, la mise en place de ce diffuseur sur les jeunes bovins en première saison de pâture évite l'infestation des prés, et notamment le pic de l'été, et évite l'infestation des animaux. De plus, il diminue les opérations de manipulation des animaux.
Mais il peut être insuffisant lorsque la saison de pâture se prolonge.

CHAPITRE II - LE DIFFUSEUR PARATECT.

Nous venons d'étudier les arguments épidémiologiques qui ont conduit à la mise au point du diffuseur Paratect, il nous reste à envisager les problèmes technologiques de sa réalisation. Pour ce faire, nous aborderons quelques notions sur le principe actif du diffuseur, puis nous verrons comment a été résolu techniquement le problème du relargage à doses filées en envisageant la forme galénique du diffuseur.

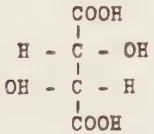
1. LE PRINCIPE ACTIF : TARTRATE DE MORANTEL.

A. Structure et caractéristiques chimiques du corps :

Le principe actif est le produit de la salification d'un hétérocycle comprenant un cycle thiophène et un cycle Tetrahydropyrimidine, par une molécule d'acide tartrique. L'élément actif est l'hétérocycle, la molécule d'acide tartrique ayant pour rôle principal de permettre la solubilisation du produit dans un milieu acqueux, et d'en faciliter la diffusion dans le chyme alimentaire présent dans le tube digestif du bovin.

1. La molécule d'acide tartrique :

sa formule est la suivante :



ACIDE TARTRIQUE

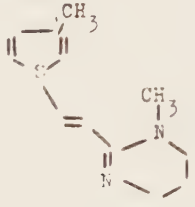
../..

Sa formule brute est : $C_4\ O_6\ H_6$

Il s'agit de la forme lévogyre de l'acide tartique, ce qui signifie qu'une solution contenant cette molécule dévie la lumière polarisée vers la gauche.
Son poids moléculaire est de 150,09 grammes pour une mole d'acide tartrique.
Chimiquement, il s'agit d'une molécule à propriétés acides faibles.

2. La molécule de Morantel base :

Sa formule s'énonce : 1 - 4 - 5 - 6 tétrahydro 1 méthyl 2 (trans) 2 (3 méthyl 2 thiényl vinyl) pyrimidine.
Ce corps appartient donc à la famille chimique des tétrahydropyrimidines, et dérive de l'un des chefs de file de cette famille : le Pyrantel. Le Morantel n'est autre qu'un Pyrantel méthylé sur le cycle Thiophène (radical thiényl).
Développée, la formule du Morantel devient :



MORANTEL BASE

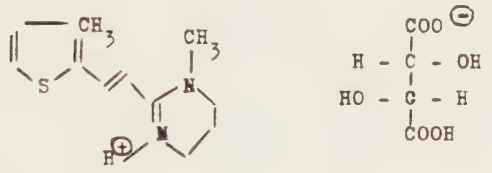
La formule brute est : $C_{12}\ H_{16}\ N_2\ S$.

Son poids moléculaire est de 220,33 grammes pour une mole de Morantel base.
Chimiquement, la molécule possède des propriétés fortement basiques.

../..

3. Le tartrate de Morantel :

Il résulte de la liaison du Morantel base ionisé avec le dérivé ionisé de l'acide tartrique : le tartrate. La liaison est de type ionique et non de type covalente, ce qui signifie qu'elle est due à la translation d'un atome d'hydrogène ionisé H^+ du tartrate au Morantel et non de la mise en commun d'un électron entre ces deux molécules. La molécule résultante est un sel. Elle peut s'inscrire comme suit :



TARTRATE DE MORANTEL

.Le poids moléculaire total est de 370,42 grammes
(150,09 + 220,33)
.Le point de fusion est de 167 à 169°C.
.La molécule est très soluble dans l'eau, grâce à la persistance d' 1 COOH libre. Elle est inactivée par la lumière.

B. Mode d'action de l'anthelminthique sur le ver :

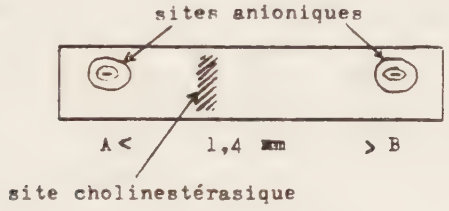
Le Tartrate de Morantel, absorbé par le ver, est séparé en acide tartrique et en Morantel base. Seul le Morantel base est actif. Il agit sur le cordon nerveux en se fixant sur la synapse neuro-musculaire. Il y entre en compétition avec l'acétylcholine, le médiateur chimique de la plaque motrice. Il occupe sa place sans

../..

en remplir la fonction, d'où son effet curarisant cholinomimétique. Le ver paralysé perd ainsi sa capacité de maintien dans la lumière intestinale. Incapable de lutter, il subit de plein fouet les mouvements de l'intestin qui l'expulsent dans le milieu extérieur où il meurt.

- explication de l'action cholinomimétique : (26)

  La plaque motrice possède deux sites anioniques (receptifs à des groupements chargés positivement), situés de part et d'autre d'un site enzymatique, cholinestérasique.



SCHEMA DES SITES ACTIFS D'UNE SYNAPSE DE PLAQUE MOTRICE MUSCULAIRE

L'acétylcholine vient se fixer sur le site anionique A et provoque la contraction de la fibre musculaire lorsque l'influx nerveux qui a parcouru l'axone aboutit à la synapse. Elle est ensuite hydrolysée par l'enzyme du site cholinestérasique, la cholinestérase, et libère ainsi le site anionique. Le principe d'action du Morantel base est dû à sa faculté de se fixer sur les deux sites anioniques à la fois grâce à deux groupements chargés positivement, distants entre eux de 1,4nm, et stériquement adaptés à la conformation spaciale des deux sites anioniques. Le Morantel ainsi placé bloque le site de fixation de l'acétylcholine. Le site cholinestérasique n'étant pas actif sur la molécule de Morantel base, celle-ci ne sera jamais lysée. La fixation est stable et l'effet curarisant

../..

durable. Une telle action est dite cholinomimétique, mais non cholinergique.

C. Activité nématodicide selon les vers et leur stade :

1. En administration unique du Morantel :

L'activité fut testée sur les vers le plus souvent rencontrés, et les plus pathogènes.
Elle ne fut pas testée pour Trichuris spp et Bunostomum spp.
Le Morantel tartrate fut distribué à la dose de 10 mg/kg.
Les résultats sont rapportés sous forme d'un tableau synoptique.

Forme	Genre parasitaire	Activité
Adultes	Caillette :	
	Ostertagia	94,7 %
	Haemonchus	100 %
	Tricho-strongylus axei	90 %
	Intestin :	
	Nematodirus	100 %
	Cooperia	99,8 %
	Trichostrongylus colubriformis	100 %
	Toxocara	100 %
	Oesophagostomum	100 %
Larves	Caillette :	
	L_4 Ostertagia	65 %
	L_4 Hypobiose Ostertagia	49 %
	L_5 Ostertagia	92,3 %
	L_5 Haemonchus	85,9 %
	L_5 Trichostrongylus axei	95,6 %

../..

Forme	Genre parasitaire	Activité (suite)
Larves	Intestin :	
	L_5 Nematodirus	100 %
	L_5 Cooperia	98,5 %
	L_5 Trichostrongylus colubricormis	97 %
	L_5 Oesophagostomum	77,9 %

CTIVITE DU TARTRATE DE MORANTEL SUR LES PRINCIPAUX VERS SELON LEURS STADES

De ce tableau, il ressort qu'à la dose utilisée (10 mg/kg) le Morantel est hautement actif in vivo.

Remarque : le Morantel ne passe pas la barrière intestinale ; les formes de Dictyocaulus en migration et les adultes dans le poumon échappent donc à leur action.

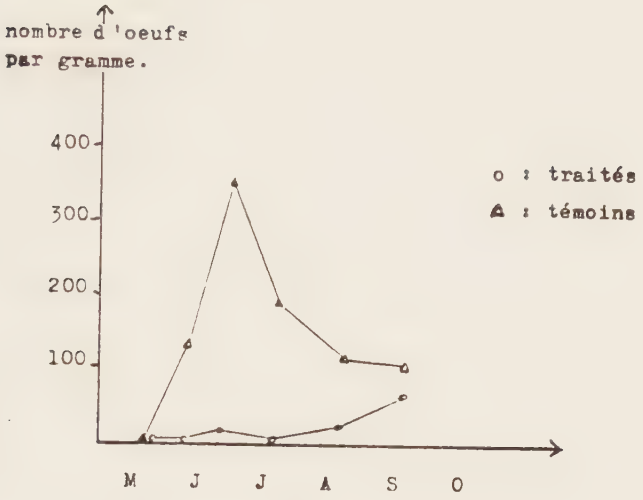
La seule action possible sera prophylactique. Il faut maintenir dans le réseau un taux suffisant et permanent de produit. Les larves sont tuées dès leur arrivée dans le réseau et leur migration n'aura pas lieu.

2. En administration en continu :

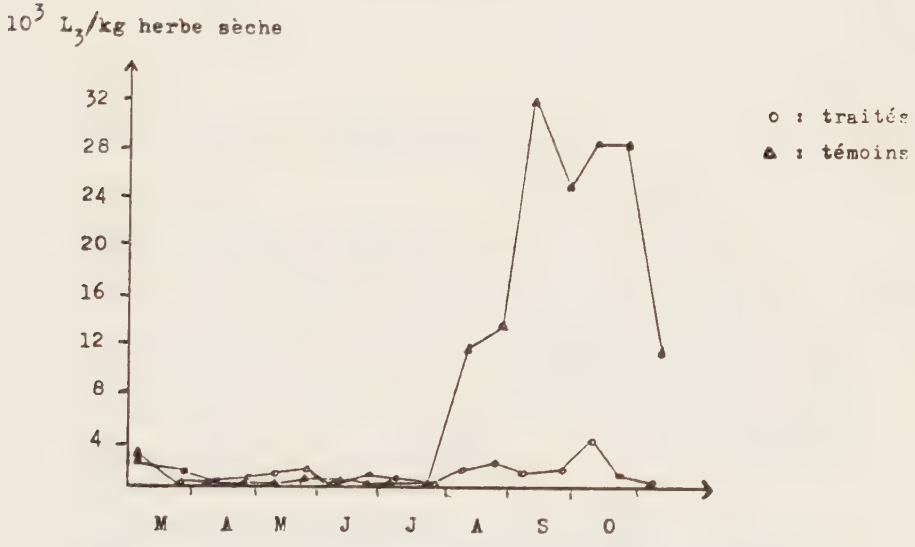
a) Dans l'alimentation :

J.M. Pott, R.M. Jones, et R.L. Cornwell (18) ont donné per os une dose journalière de 1,5 mg/kg à un lot de jeunes bovins du 27 avril au 7 Juillet. La comparaison avec un lot témoin, établie au moyen de la coproscopie, de la charge de L_3 du pâturage et de la prise pondérale, fait apparaître pour ces trois paramètres une amélioration considérable par rapport aux animaux témoins, comme le montrent les courbes. Elles objectivent en particulier l'abolition du pic d'été.

../..

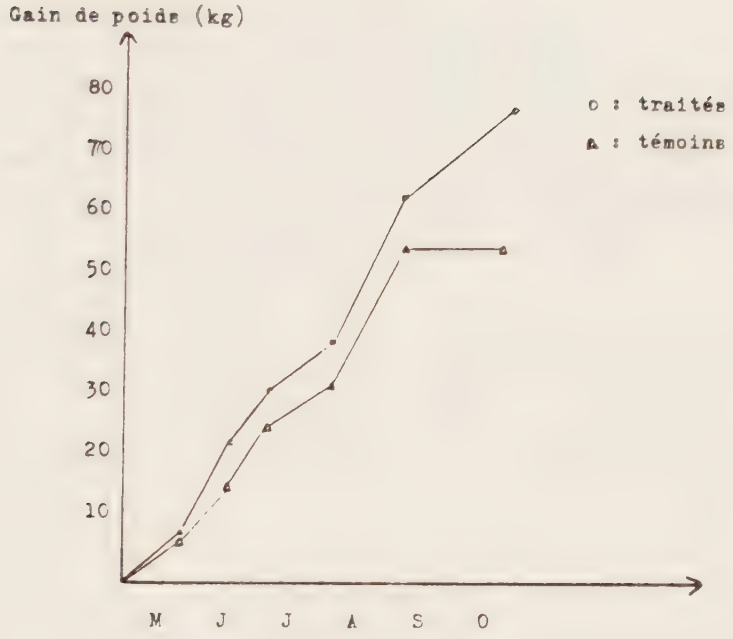


COPROSCOPIE CHEZ TRAITES ET TEMOINS



CHARGE DES PATURAGES EN L_3 : TEMOINS ET TRAITES

../..



PRISE PONDERALE CHEZ TRAITES ET TEMOINS

Conséquences : La charge parasitaire des pâtures et les coproscopies permettent d'avoir un reflet direct de la densité de population parasitaire adulte des animaux.
Or, dans les deux cas, les animaux du lot traité ont permis d'obtenir une courbe sans pic d'augmentation notable du paramètre mesuré. Au contraire, le lot témoin a montré l'apparition d'un pic important traduisant une augmentation considérable préalable de la population de parasites adultes des animaux.
De la même façon, la courbe de prise de poids est fonction de la spoliation d'origine parasitaire dont sont victimes les animaux. La courbe permet donc de déduire que la population

../..

de parasites était, là encore, beaucoup plus importante chez les témoins que chez les animaux traités.
En conclusion, cette expérience réalise, dans le lot soumis au traitement, des conditions de prophylaxie efficaces, à savoir réduction considérable de la population larvaire des pâtures. Ce résultat est dû non pas tant aux caractéristiques du produit utilisé qu'au mode d'administration précoce, continu et prolongé.

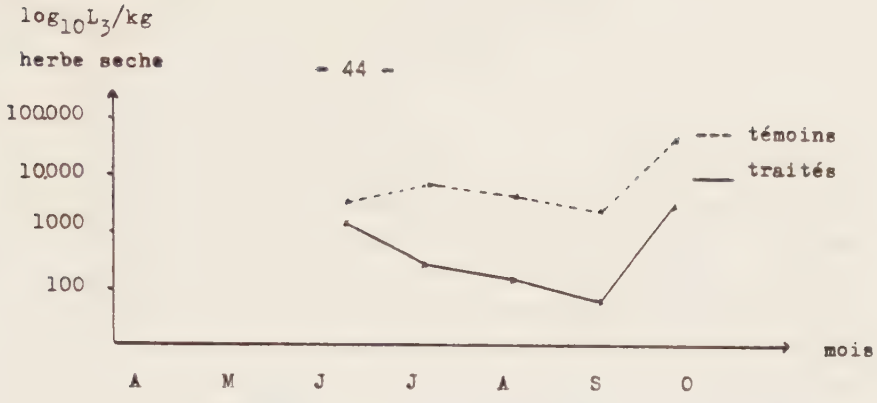
Remarques :

1) il agit aussi sur les larves de Dictyocaulus car il empêche leur migration dans l'organisme en les tuant dès leur arrivée dans le réseau-rumen. Par contre, il n'a toujours aucune action sur les larves déjà migrantes et les adultes.
2) Il faut cependant se demander si la prophylaxie obtenue par cette méthode n'entrave pas l'établissement d'une immunité parasitaire solide, et si , dans certaines conditions climatiques, ce déficit immunitaire ne favorise pas l'apparition de strongyloses maladies tardivement dans la saison.

b) Par un diffuseur Paratect :

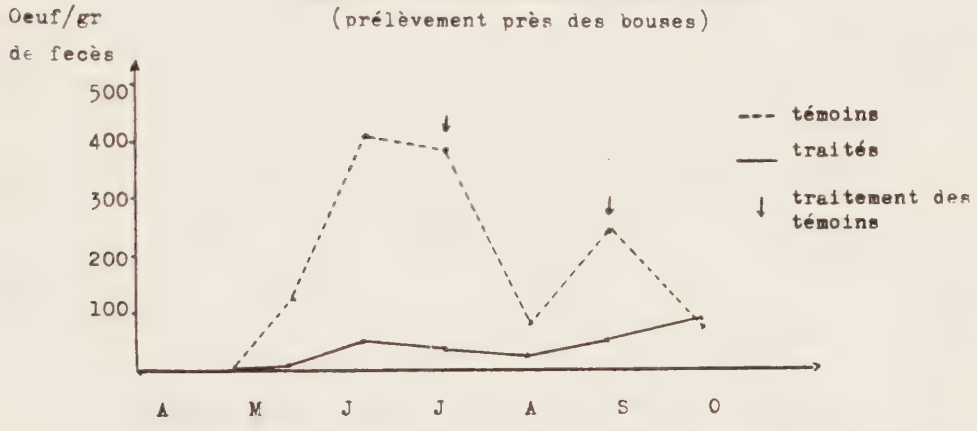
Suite à la vérification de l'activité prophylactique du Morantel administré quotidiennement per os, (Pott, Jones et Cornwell), J. Euzeby, Ph. Dorchies, J-P. Le Stang, C. Mage et C. Thomasson ont réalisé neuf essais du diffuseur Paratect sur des troupeaux élevés selon diverses techniques. En voici quelques résultats de synthèse tels que les a rapportés Euzeby (9) pour chacun des trois paramètres précédemment envisagés, à savoir l'évolution des coproscopies, du nombre de L_3 par kilogramme d'herbe sèche, et enfin de la prise de poids.

../..



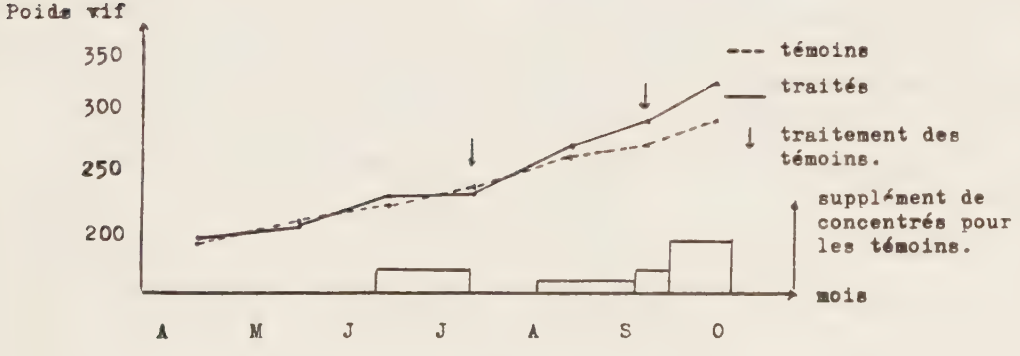
LARVES PAR KILOGRAMME D'HERBE SECHE

(prélèvement près des bouses)



COMPARAISON DES COPROSCOPIES CHEZ LES ANIMAUX TEMOINS

ET TRAITES.



PRISE PONDERALE CHEZ LES ANIMAUX TEMOINS ET TRAITES.

../..

Conséquences : nous retrouvons, avec l'emploi du diffuseur Paratect, une très nette minoration de la contamination des pâtures en L_3 des animaux ayant reçu un diffuseur (la courbe prend en compte le $\log_{10}$ du nombre de L_3 observé), un nombre d'oeufs par gramme de fecès très diminué chez les animaux traités, et une différence de poids significative au profit des animaux traités,en fin de saison. Dans l'interprétation du dernier paramètre, il faut tenir compte du fait que les témoins ont reçu du concentré pendant la deuxième moitié de la saison de pâture.
En somme, nous retrouvons ici l'effet prophylactique escompté (diminution de la contamination des pâtures) et l'effet zootechnique déjà observé lors de vermifugation quotidienne par l'alimentation (amélioration du gain de poids). L'efficacité du diffuseur Paratect ne peut être contestée, tant sur le plan prophylactique que zootechnique.

D. Métabolisme du produit :

Classiquement non absorbé, le produit se retrouve cependant dans le foie comme l'ont montré les expériences au Carbone 14 (C_{14}) et au Soufre 35 (S_{35}). La concentration maximale du produit s'observe entre le 3e et le 7e jour après l'introduction d'un diffuseur de Morantel. Au-delà du 90e jour, le produit n'est plus guère retrouvé dans les fecès. Dans les muscles et la graisse, le produit n'a pas été décelé à une concentration significative. Signalons cependant que "l'autorisation de mise sur le marché" du Paratect a été délivrée avec un temps d'attente nul pour la viande et le lait.

../..

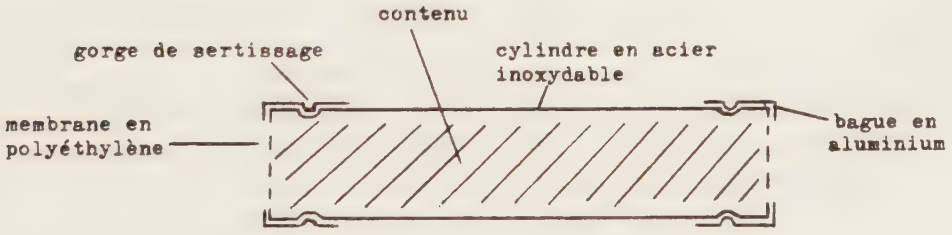
2. FORME GALENIQUE DU DIFFUSEUR PARATECT :

Suite aux expérimentations prouvant l'efficacité de l'administration d'un anthelminthique de façon continue au début de la saison de pâture, la firme PFIZER a mis au point le diffuseur PARATECT susceptible de relarguer le tartrate de Morantel, durant 90 jours environ.
Nous en décrirons les principales caractéristiques.

A. Le " support " du principe actif :

1. Structure du diffuseur :

Il s'agit d'un cylindre de 9,1 cm de longueur et de 2,7 cm de diamètre, formé d'un tube en acier inoxydable fermé aux deux extrêmités par une membrane semiperméable constituée d'un ester de polyéthylène glycol et de métaphosphate sodique. Les membranes, d'une épaisseur moyenne de 2 mm, sont serties au tube par une bague en aluminium
Une coupe longitudinale du diffuseur montre bien l'assemblage des différentes parties.



COUPE LONGITUDINALE DU DIFFUSEUR

Les parties métalliques sont enrobées d'une enveloppe de

../..

polyolefin de couleur blanche, à seule fin de rendre la présentation plus agréable. Ce revêtement n'est pas destiné à améliorer la tolérance gastrique du tube qui, même nu, ne serait pas irritant.
Le poids du support est d'environ 130 grammes, auxquels il faut ajouter 22,7 grammes de principe actif, soit en tout 152,7 grammes pour l'appareil complet.

2. Etat physique du principe actif :

Le tartrate de Morantel est mélangé à un excipient pâteux dont la composition est un secret de fabrication.

B. Dissolution du produit :

Dans le réseau, il s'établit un équilibre entre la teneur en tartrate de Morantel des liquides ayant pénétré à travers les membranes semi-perméables, qui dissolvent le produit, et celles du contenu du réseau. La dissolution progressive du contenu du diffuseur maintient à un taux à peu près constant le tartrate de Morantel dans le flux des aliments qui traversent le réseau rumen.

C. Cinétique de relarguage :

Le rapport de la dose d'anthelminthique au poids de l'hôte le jour de l'introduction et à la durée de résorption totale donne en moyenne une dose quotidienne de 1,65 mg/kg. Cette dose diminue au cours de la dissolution du fait de l'augmentation du poids de l'hôte.
Pour les larves de Dictyocaulus, la durée d'action n'est que de 60 jours, ce qui laisse supposer qu'en fin d'exercice, la dose devient insuffisante contre ce parasite; l'augmentation de poids de l'hôte intervient sans doute. Mais n'y a-t-il pas aussi une diminution par epuisement de la diffusion d'anthelminthique ?

../..

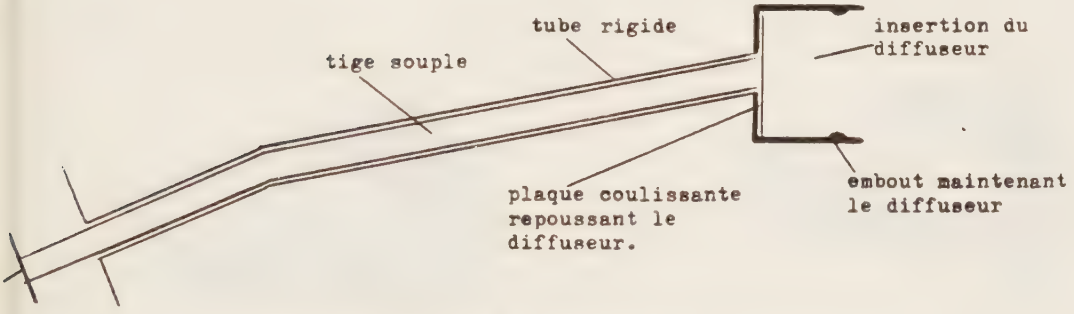
Sur ce point, des dosages précis étagés dans le temps n'ont pas encore été réalisés.

D. Mode d'administration :

Le diffuseur Paratect est administré aux bovins à l'aide d'un applicateur spécial.

1. L'applicateur :

Il s'agit d'un guide maintenant le diffuseur, et muni d'un système permettant la libération du diffuseur lorsque ce dernier se trouve dans le pharynx, afin que le bovin puisse l'avaler. Une coupe longitudinale schématique suffira à expliciter le système.

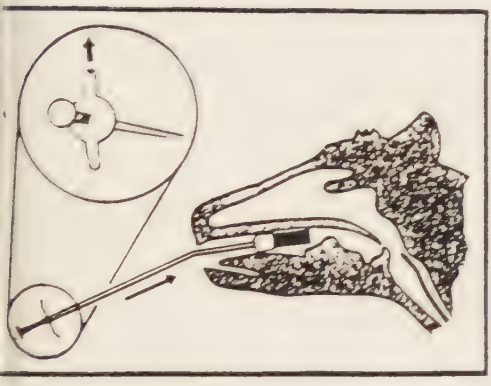


COUPE LONGITUDINALE SCHEMATIQUE DE L'APPLICATEUR.

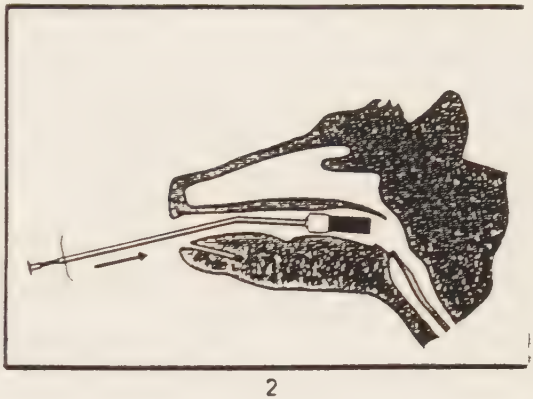
../..

2. Succession des opérations :

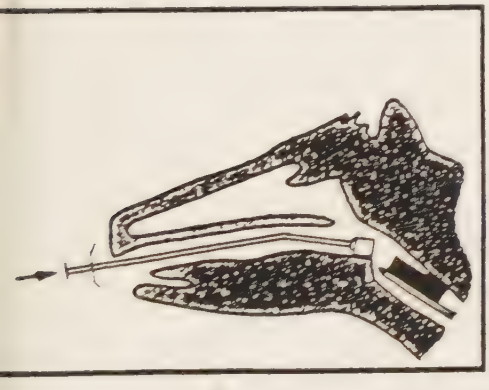
Une succession de schémas permettra d'en saisir les grandes lignes.



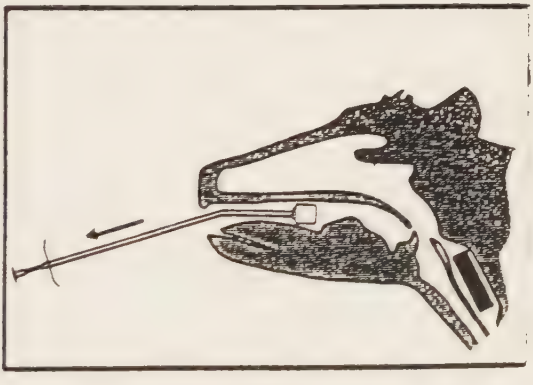
1



2



3



4

Remarque : seul un incident est à éviter lors de l'introduction du diffuseur : il s'agit du mâchouillement de celui-ci par l'animal, qui endommagerait les membranes semiperméables

../..

et annulerait les effets recherchés.
Ceci sera prévenu par un guidage correct de l'objet dans la cavité buccale.

CHAPITRE III - UTILISATION RATIONNELLE DU DIFFUSEUR PARATECT ET RESULTATS OBTENUS.

Nous connaissons maintenant la structure du diffuseur; nous avons aussi apporté dans la première partie le raisonnement qui a conduit à la réalisation du diffuseur Paratect.
Il nous faut maintenant définir les règles de son utilisation rationnelle. Puis, nous montrerons son efficacité à l'aide des expérimentations réalisées in vivo.

1. UTILISATION RATIONNELLE DU DIFFUSEUR PARATECT :

A. Les trois orientations du raisonnement:

Les principes du traitement s'inspirent de la connaissance de la biologie des parasites, des règles de la gestion d'un élevage de bovins en vue d'une bonne rentabilité, tout en cherchant à être économe en manipulations et agressions vis-à-vis de l'animal.

B. Les buts recherchés lors d'administration du diffuseur Paratect :

On tentera de prévenir les effets nocifs du parasite sur l'hôte. On cherchera aussi à éviter la réinfestation des animaux sur les pâtures, en empêchant le recyclage des larves L_3 transhivernantes. Enfin, on choisira un moment où la manipulation des animaux est la plus aisée possible.

1. Prévention des effets nocifs des parasites :

Les parasites provoquent une perte de poids d'environ 10 % chez l'hôte qui les héberge. Le diffuseur Paratect, en annulant le niveau parasitaire, permet un gain de poids

../..

par simple augmentation de l'appétit.
Mais les parasites ont aussi un effet spoliateur par consommation d'une partie des nutriements, oligoéléments et vitamines fournis à l'hôte par la digestion.
Cette fraction alimentaire utilisée par le ver est perdue pour l'hôte. En somme, dans ce cas, l'éleveur nourrit des vers au prix de l'alimentation pour bovins!
Le diffuseur Paratect, en éliminant les vers, permet une meilleure rentabilité de l'alimentation.
Enfin, les larves lèsent la muqueuse digestive. Elles la traversent pour muer dans la paroi du tube digestif et provoquent, de même que les adultes, une irritation des parois digesti
Les lesions de la muqueuse donnent lieu à une cicatrisation, c'est-à-dire à la mise en place de collagène imperméable, constituant une surface incapable d'absorber les nutriements. Lorsque le nombre de cicatrices sur la muqueuse est important, il y a diminution non négligeable de la capacité totale d'absorption de l'intestin et par conséquent, moins bonne utilisation de l'alimentation ingérée par le bovin. De même, l'irritation dûe à la présence des parasites dans le tube digestif est à l'origine de l'inflammation et de la mise en place d'un oedème de la muqueuse digestive ainsi que de l'excitation des plexus de Meissner et Auerbach, plexus nerveux de la paroi digestive, dont la conséquence est une accélération du transit. Or, tant l'accélération du transit que l'oedème pariétal diminuent encore les capacités d'absorption intestinale. La mise en place d'un diffuseur Paratect réduira donc les causes intrinsèques de baisse de l'utilisation de l'alimentation ingérée par l'hôte, en prévenant la formation de cicatrices et l'inflammation.

../..

2. La prévention de la réinfestation des animaux :

Il s'agit là de la grande idée novatrice du diffuseur Paratect. En effet, par sa durée d'action de trois mois, le diffuseur fait jouer à l'animal un rôle d'épurateur des pâtures, en tuant toute larve ingérée durant ces trois mois, ce qui permet de limiter la multiplication des larves L_3 transhivernantes. Or, la disparition du pic de l'été sur les pâtures permet de diminuer très sérieusement le niveau d'infestation des bovins, et d'abolir toute strongylose clinique.
Cette prévention constitue la base même de l'utilisation rationnelle de l'anthelminthique.

3. Facilité d'administration aux animaux :

Le problème posé par le drogage classique par voie orale, vient de l'approximation de la dose ingérée par le bovin. En effet, obtenir que le bovin ingère l'ensemble du produit est souvent illusoire, car le mouvement de défense de ce dernier l'amène en général à rejeter une partie de la suspension injectée dans la bouche avant d'en avaler la plus grande partie.
Dans le cas du diffuseur Paratect, l'absorption totale de la dose est garantie par l'indivisibilité de la forme galénique du produit. L'animal ne peut ni en cracher ni en régurgiter une partie. Par contre, au moment de l'introduction, il peut mâchonner le tube et ainsi détruire les membranes hémiperméables de façon rédhibitoire, d'où la nécessité de diriger correctement le diffuseur vers le pharynx.

../..

C. Conséquences : protocole d'utilisation de l'appareil :

1. Moments d'administration :

L'administration se faisant par voie orale, nécessite une contention efficace de l'animal.
Or, dans le cas qui nous occupe ici, à savoir les jeunes bovins de un à deux ans, élevés de façon semi-extensive pour la boucherie, choisis pour tester les diffuseurs, les manipulations sont rares au cours de l'année, et représentent à chaque fois une organisation importante, une grande perte de temps dûe à la rétivité des animaux et une diminution du rendement de ceux-ci dûe au stress qu'ils subissent.
Il paraît donc intéressant de grouper l'administration du diffuseur avec une autre manipulation dont le moment serait compatible avec l'efficacité du diffuseur.
En somme, l'organisation la mieux conçue consiste à administrer le diffuseur à chaque bovin du troupeau de jeunes, au moment de leur sortie au printemps, en installant un couloir de contention à la sortie de la stabulation libre, de telle sorte que tout bovin de la stabulation soit obligé de le traverser, puisse y être entravé et recevoir un diffuseur avant de rejoindre le pré pour l'été.
Cette technique présente plusieurs avantages:

- elle ne complique pas la conduite de l'exploitation.
- elle permet d'éviter l'infestation des prés par les vers déjà adultes présents dans le tube digestif des bovins à la fin de l'hiver, en les tuant rapidement.
- elle évite le recyclage des L_3 du patûrage car le diffuseur est déjà présent dans le réseau lors de la sortie.
- elle permet d'obtenir une réduction du taux des larves L_4 d'Ostertagia entrant en hypobiose à la fin de la saison

../..

de pâture, comme le montre R.M. Jones. (10)
Cependant, elle conserve certains inconvénients du droguage d'anthelminthiques par voie orale, à savoir les difficultés de contention des jeunes bovins, notamment charolais ou limousins, et les dangers inhérents à la manipulation.

Remarques :

. pour les larves d'Ostertagia, une administration automnale d'un diffuseur complémentaire pourrait être envisagée.
En effet, les larves en hypobiose, formes de résistance hivernales du parasite, sont déjà présentes chez le bovin pendant l'hiver. La prophylaxie de l'ostertagiose consisterait à éviter l'infestation des bovins en Septembre par les larves L_3 qui entreront en hypobiose ultérieurement. Ceci ne se justifie cependant que dans les exploitations où l'ostertagiose de type II occasionne de graves pertes.

. des essais d'administration du diffuseur Paratect au moment du pic de l'été furent tentés, mais ne furent pas concluants.
En effet, ils permettent d'obtenir une réduction de ses effets néfastes, mais cette atténuation est très inférieure à celle que l'on pouvait escompter par l'administration de diffuseurs au printemps. De plus, cette manoeuvre est compliquée du fait que tous les bovins sont à l'extérieur à cette période, et doivent par conséquent être rassemblés et rattrapés, ce qui n'est jamais très facile !
Enfin, cette technique ne permet pas de réduire le taux d'infestation des pâtures et retire ainsi au diffuseur son originalité principale, ainsi que ses visées prophylactiques pour ne lui laisser que des aspirations curatives, dont les bons résultats ne sont cependant pas contestés,

../..

comme le montrent J. Armour, K. Bairden, J.L. Duncan, R.M. Jones et D.H. Bliss, à propos des Ostertagia. (5)

2. Conduite de la vermifugation :

Une prévention efficace des parasitoses digestives requiert impérativement l'administration simultanée du diffuseur Paratect à tous les animaux du troupeau. La présence d'un seul animal non traité dans la prairie risque de compromettre partiellement le résultat. On voit avec quelle minutie cette prévention doit être conduite : qu'un seul animal échappe au couloir de contention lors de la vermifugation du troupeau ou que l'on ajoute un animal non traité au troupeau, et les larves L_3 pourront pulluler dans la prairie ! Il va de soi qu'une clôture en bon état devra garantir les prairies contre l'intrusion de bovins étrangers au troupeau traité. Sans ces précautions, le diffuseur Paratect ne réaliserait qu'une vermifugation prolongée individuelle au lieu de l'assainissement du troupeau et de sa pâture.

3. Conclusion :

Deux conditions garantissent la rentabilité maximale du diffuseur Paratect. L'administration :

- au printemps, avant la sortie des animaux au pré.
- SIMULTANEMENT A TOUT le cheptel, qui sera placé sur la même pâture.

2. RESULTATS OBTENUS PAR UTILISATION DU DIFFUSEUR PARATECT :

Nous exposerons tout d'abord la méthode générale d'expérimentation employée, puis nous donnerons les résultats chiffrés obtenus par le diffuseur Paratect administré selon les principes énoncés en conclusion de la partie précédente.

../..

A. Méthode générale d'expérimentation :

Il s'agit d'une méthode dite "comparative", c'est-à-dire dont les résultats sont connus par comparaison des performances de deux lots entretenus dans les mêmes conditions, dont l'un seulement reçoit un diffuseur Paratect. Ces résultats sont quantifiés par des analyses statistiques de mesures préalables.

1. Constitution des lots :

On choisit un groupe d'animaux de même race, de même sexe, et approximativement de même poids et de même âge. Ces animaux sont séparés en deux lots de taille égale par une méthode mathématique, la "randomisation".
Pour que le résultat soit statistiquement significatif, il faut au minimum 10 animaux par lot.
Ces lots seront enfin placés sur deux pâturages séparés, équivalents en superficie et en qualité. En pratique, on choisira un pré suffisamment spacieux que l'on divisera en deux. Si possible, on effectuera le partage au moyen de deux clôtures distantes de 1m., afin d'éviter toute migration de larves d'un pré à l'autre à partir de bouses limitrophes.
Chaque lot sera placé sur une des deux parcelles ainsi obtenues.

2. Principaux paramètres testés :

Ils sont au nombre de quatre :

- Le nombre d'oeufs par gramme de feces.
- La densité de larves L_3 par kilo d'herbe sèche du pâturage.
- La croissance pondérale moyenne.
- Le taux de morbidité.

Les deux premiers paramètres reflètent directement la densité parasitaire car ils dépendent tous les deux du taux de ponte,

../..

actuel pour le nombre d'oeufs des fecès, passé pour le nombre de larves du pâturage.

. La recherche des oeufs se fait selon la technique de lecture et comptage sur lame de Mc-Master. Elle consiste à compter le nombre d'oeufs visibles dans les deux réseaux gravés sur la lame, pour multiplier le résultat par 50, si les fecès ont été dilués à raison de 5 g. de fecès dans 70 ml. de liquide. En effet,les mensurations de la lame sont telles qu'à cette dilution, les deux réseaux représentent la projection sur un plan du volume occupé par 1/50e de gramme de fecès.

. Le comptage des larves L_3 du pâturage se fait par lecture au microscope d'une lame de flottaison à l'iodomercurate de potassium obtenu à partir d'une suspension de larves issue du trempage pendant 24 heures, puis de la filtration d'une quantité d'herbe dont on mesure le poids sec ultérieurement. Le résultat du comptage est ensuite rapporté au kilo d'herbe sèche.

Les deux autres paramètres permettent de quantifier les résultats économiques obtenus par le diffuseur Paratect.

Pour ces quatre paramètres, les mesures seront effectuées individuellement, de façon périodique; on en déduira la valeur moyenne du paramètre dans chaque lot pour chaque série de prélèvement. A la fin de l'expérience, toutes les valeurs du paramètre sont inscrites sur une courbe récapitulative.

B. <u>Résultats obtenus par le diffuseur Paratect</u> :

Nous avons choisi comme exemple principal d'expérimentation le travail très récent de J.P. Le Stang (11)sur de jeunes bovins sevrés en première saison de pâture. En analysant ses résultats, nous citerons au fur et à mesure les observations différentes d'autres auteurs. Ensuite, nous rapporterons plus brièvement

../..

les résultats obtenus lors d'utilisation du diffuseur sur des bovins en estive, puis sur des jeunes en seconde année de pâture issus de troupeaux allaitants.

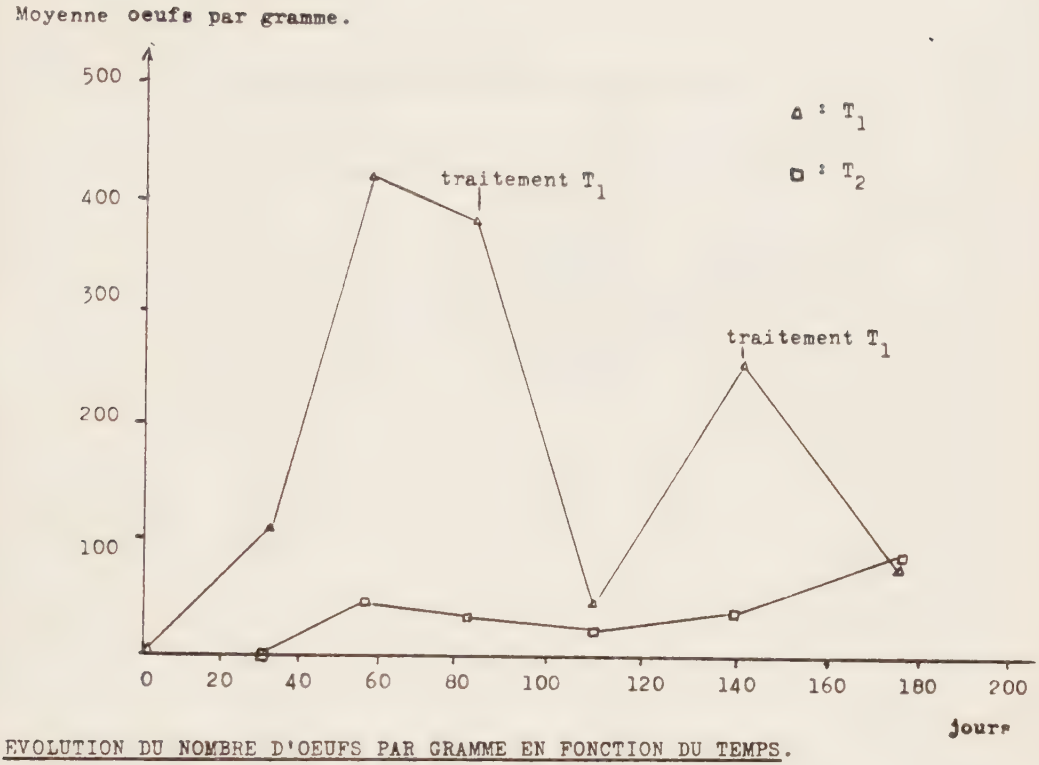
1. Utilisation sur des jeunes en première saison de pâture :

L'essai de J.P. Le Stang a porté sur 30 veaux normands sevrés, de 6 mois environ, pesant en moyenne 185 kg. Ils ont été séparés en deux lots de 15 animaux. Le premier groupe T_1 a été vermifugé avec du tartrate de Pyrantel (Exhelm 5 % ND) le 19 Juillet et le 14 Septembre 1982, en droguage unique à la dose de 20 mg/kg.
Le second, T_2, a reçu un diffuseur juste avant sa sortie au pré, le 27 avril 1982. Les deux groupes sont sortis au pré et rentrés à l'étable aux mêmes dates. La rentrée a eu lieu le 12 Octobre 1982.
Les pâtures de chaque lot sont divisées en trois parties afin de permettre une rotation de pâturage durant la saison. Les deux lots se trouvent constamment sur deux pâtures mitoyennes et de superficies égales. Les deux groupes reçoivent un complément alimentaire journalier. La quantité de complément allouée au groupe T_1 est plus importante que celle distribuée au groupe T_2.
Les résultats ont été évalués en fonction des paramètres précités et les courbes ainsi établies permettent de préciser l'activité du diffuseur par comparaison des deux lots.

a. Activité anthelminthique :

. Nombre d'oeufs par gramme de fecès (OPG).
La courbe objective la diminution considérable de la population parasitaire : sur une période de 120 jours suivant l'administration du diffuseur, le nombre d'oeufs par gramme de fecès reste inférieur à 50 OPG.

../..



EVOLUTION DU NOMBRE D'OEUFS PAR GRAMME EN FONCTION DU TEMPS.

Commentaires:

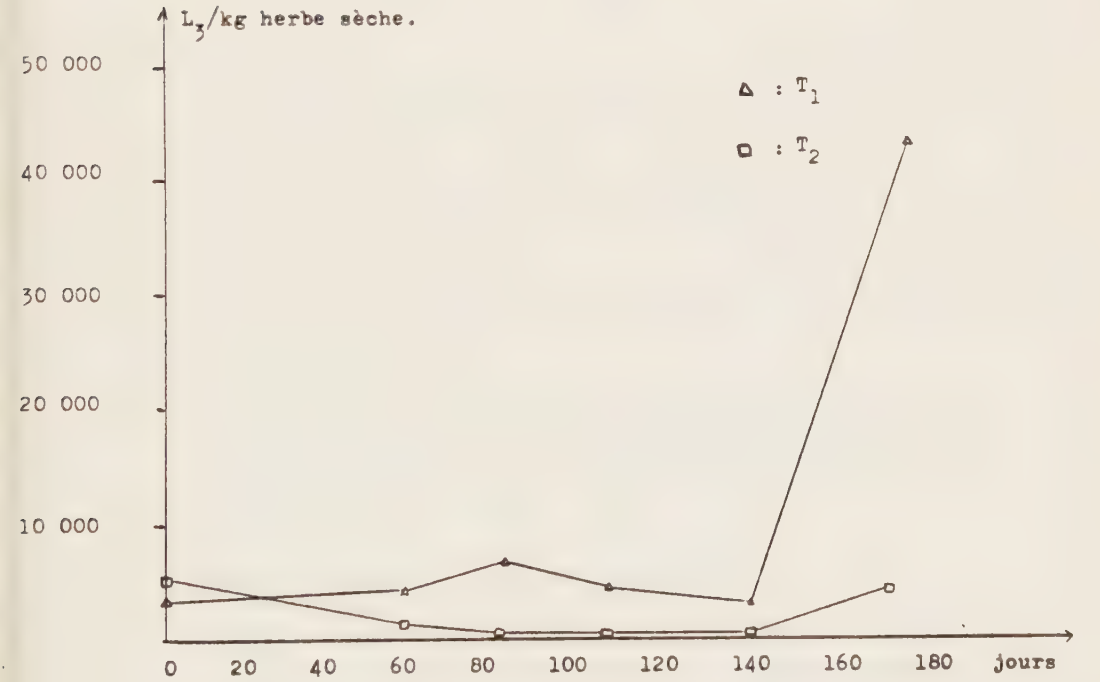
La courbe du lot T_1 évolue à un haut niveau d'infestation atteignant 450 OPG, échancrée par deux profondes depressions passagères suivant de près les deux traitement à l'Exhelm.
La courbe du lot T_2 évolue durant 120 jours en plateau en-dessous de 50 oeufs par gramme.
En somme, la population parasitaire se trouve divisée par un coefficient 9 dans le lot T_2 par rapport au lot T_1, ce qui démontre l'activité antiparasitaire intense du diffuseur Paratect. Cette population se trouve ainsi stabilisée à une valeur très faible durant 120 jours, ce qui atteste de l'activité prolongée du diffuseur, conférant ainsi une protection efficace aux animaux.

../..

. Nombre de larves par kilo d'herbe sèche :

Les larves sont comptées au voisinage des bouses.

Ce paramètre fournit un renseignement important, car lui seul permet de juger de l'efficacité prophylactique du Paratect. Or, nous avons vu que celle-ci constitue la principale èt nouvelle direction empruntée par ce produit dans le domaine de la lutte antiparasitaire, ce qui en fait son originalité.



EVOLUTION DU NOMBRE DE LARVES PAR KILO D'HERBE SECHE EN FONCTION DU TEMP

../..

Commentaires:

. Si l'on considère la courbe issue de T_1, on remarque que le traitement par droguage unique le 19 Juillet (J_{83}) a fortement retardé l'apparition du pic de l'été, celui-ci n'apparaissant qu'en Septembre, mais ce traitement a nécessité une manipulation des bovins au pré pendant la saison de pâture, ce qui n'est jamais très aisé.
Le deuxième traitement, lui, s'il a eu un effet sur les adultes présents dans le tube digestif du bovin, n'a rien changé à la population de L_3 infestante du pré.

. La densité de population de larves dans la parcelle utilisée par T_2 est 5 à 10 fois inférieure à celle que l'on rencontre dans la parcelle de T_1.

. Enfin, le pic de l'été culmine à 50 000 larves par kilo d'herbe sèche dans la parcelle T_1 alors que la courbe de T_2 ne dépasse pas 8 000 larves par kilo d'herbe sèche.
Ce dernier chiffre n'est que de moitié supérieur à celui recueilli le jour de l'introduction des animaux sur le pré.
En somme, la différence d'activité du diffuseur Paratect sur les larves par rapport à un traitement classique est, elle aussi, significative, ce qui confirme l'action prophylactique du produit.
Mais il nous reste à vérifier que ces actions curative et prophylactique conjointes permettent de procurer un gain supplémentaire à l'éleveur, sans quoi le rôle utilitaire d'un tel produit serait mineur.

b . Intérêt économique du diffuseur Paratect :

Nous envisagerons successivement l'incidence du diffuseur sur les traductions cliniques de la présence des helminthes, puis le gain de poids consécutif à son administration aux bovins.

../..

. Incidence clinique :

Les animaux du lot T_1 extériorisèrent tous des signes de gastro-entérite parasitaire avant le deuxième traitement du 14 Septembre. Deux furent même si gravement atteints que la vermifugation n'eût pas suffit à les guérir, et qu'il fallut adjoindre un traitement supplémentaire, à base de vitamines et oligoéléments.
Au contraire, aucun animal du lot T_2 ne présenta de signes de gastro-entérite durant l'essai.
En conséquence, le diffuseur Paratect permet l'économie des frais de soins nécessités par la survenue de troubles.

. Gain de poids comparé entre les deux lots :

Il s'agit là de l'argument économique essentiel. En effet, l'absence de cas clinique ne permettrait pas un profit, mais permettrait uniquement d'éviter des dépenses inutiles, alors qu'un gain de poids supplémentaire obtenu à partir d'une même quantité alimentaire représente un véritable profit par meilleure valorisation du substrat alimentaire.

Les deux lots ayant eu à leur disposition la même surface herbagère, le lot témoin ayant reçu une ration complémentaire plus conséquente, le gain de poids supérieur du lot expérimental par rapport au lot témoin peut être considéré comme découlant directement de la méthode de vermifugation, bien qu'éventuellement minimisé par l'inégalité des apports alimentaires complémentaires alloués à chaque lot.
C'est pourquoi des pesées précises mensuelles ont été faites et leurs résultats ont été rassemblés dans le tableau synoptique suivant :

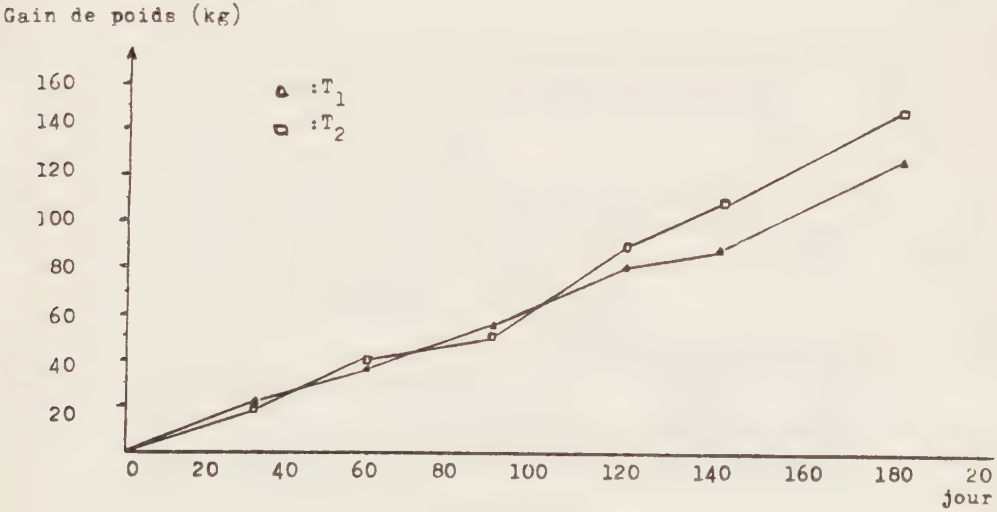
../..

	N° contrôle	0	1	2	3	4	5	6
	Jour de contrôle	0	28	56	83	112	140	168
T_1	Poids (kg)	185,7	209,9	228,4	240,5	270	281,7	307,8
	Gain de poids(kg)	-	24,3	42,7	54,9	84,3	96,1	122,1
T_2	Poids (kg)	186,4	209,7	233,1	239,5	277,8	300,7	334,9
	Gain de poids(kg)	-	23,3	46,7	53,1	91,4	114,3	148,5
	Différence de Gain de Poids	-	- 1,0	+ 4,0	- 1,8	+ 7,1 *	+18,3 **	+26,3 ***

p = 0,05 * assez significatif
p = 0,01 ** significatif
P = 0,001 *** très significatif

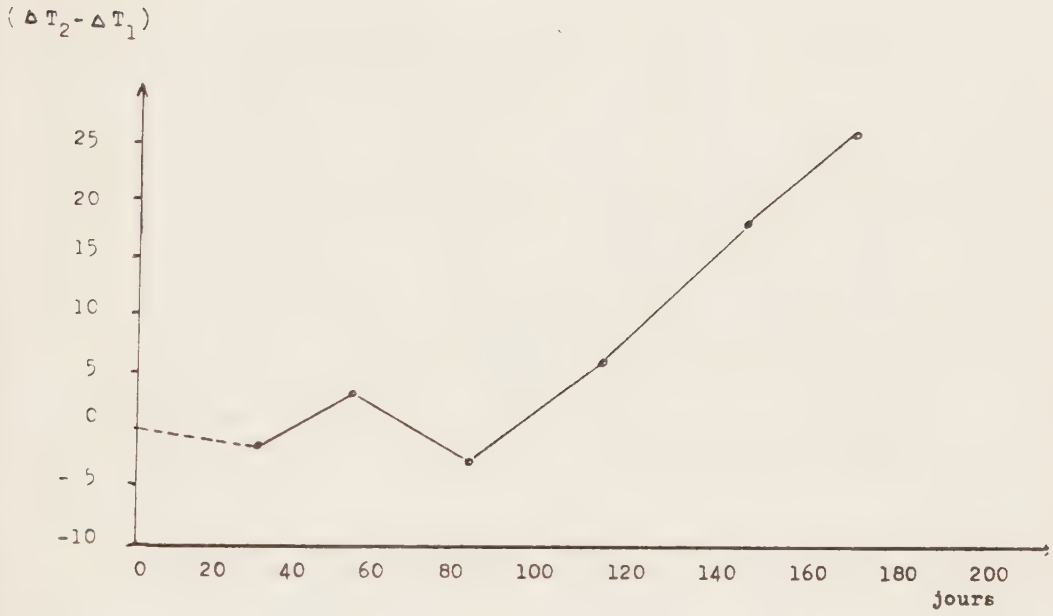
CROISSANCE PONDERALE

Ce tableau fut aussi traduit en un graphique comparatif des deux lots.



COURBES DE GAINS DE POIDS DE T_1 ET T_2-

../..



DIFFERENCES DE GAIN DE POIDS ENTRE T_1 ET T_2

Commentaires :

. On remarque tout d'abord que la différence de gain de poids atteint, en fin de saison de pâture, 26,3 kg par animal en moyenne. R.M. Jones (10) a même obtenu un écart de poids moyen de 30,2 kg.
Or, étant donné le prix auquel l'éleveur vend actuellement le kilo de viande, 4,7kg de gain remboursent le diffuseur Paratect et les 21,6 kg restants représentent un bénéfice net. Le gain est, sans conteste, appréciable.

. C'est à partir du 83e jour que la courbe s'infléchit. Cette inflexion se produit malgré la première vermifugation du lot T_1 intervenant ce jour. Or, il est connu que l'activité anthelminthique du pyrantel est satisfaisante.

../..

C'est donc l'abondance des larves L_3 dans le pâturage du lot T_1 qui paraît bien expliquer la différence de prise de poids entre les deux lots.

2. Utilisation du diffuseur Paratect sur des génisses en estive :

La particularité de ce type d'élevage réside dans le fait que les animaux sont amenés sur des prairies d'emblée beaucoup plus contaminées que celles que l'on avait utilisées en plaine, en Normandie par exemple, comme dans l'essai de J.P. Le Stang. Le niveau de contamination est très élevé dès le début car les larves L_3 de l'automne précédent ont toutes, ou presque, survécu à l'hiver, protégées par une neige précoce et durable sur les pâturages d'estive.
P. Dorchies et C. Thomasson ont réalisé un essai dans l'Aveyron, à partir de 635 génisses de 18 à 24 mois, de races variées, avec toutefois une dominance de la race frisonne. La durée de l'estive fut de 105 jours. La surface herbagère totale fut divisée en deux parties inégales, le lot expérimental recevant l'étendue la plus spacieuse.
Cependant, la taille des lots fut ajustée en conséquence.

a). activité anthelminthique :

Etant donnée la brièveté du passage des animaux sur l'estive, l'activité du diffuseur couvre l'ensemble de la période de pâture et les L_3 ne pouvant arriver au stade adulte chez les bovins du lot expérimental, le niveau de contamination de leur prairie diminue progressivement du début à la fin de l'estive.
Au contraire, la population dense de L_3 du début permet une infestation massive précoce des animaux du lot témoin La conséquence en est un accroissement rapide et durable du taux de L_3 par kilo d'herbe sèche des pâtures, taux dépassant largement celui que l'on rencontre en plaine pour une durée équivalente de pâture des animaux sur le pré. Enfin, les traitements conventionnels effectués n'entravent nullement cet accroissement.

../..

b). Intérêt économique :

La différence de gain de poids enregistrée entre les deux lots est de 13,2 kg à la faveur du lot expérimental. Rapportée à la période de l'essai, cette bonification de l'accroissement pondéral traduit une amélioration de 20 % du GMQ du lot expérimental, comparé à celui du lot témoin.

Il y a donc valorisation des herbes.

De plus, moins de 5 kg de viande gagnés remboursant le prix du diffuseur, la rentabilité de ce traitement n'est pas remise en cause par la brièveté de la saison de pâture.

3. Utilisation du diffuseur sur des génisses en deuxième saison de pâture, issues de troupeaux allaitants :

Dans ce cas, la variante par rapport au problème initial vient de ce que les génisses, ayant pâturé avec leur mère en première saison ont déjà eu un premier contact immunisant avec les parasites. Il en résulte une limitation spontanée du niveau d'infestation sous l'action du système immunitaire.

Une expérience fut réalisée par C. Mage (12) sur 40 génisses blondes d'Aquitaine de 13 à 14 mois, pesant 308 kg en moyenne à la sortie. Ces génisses avaient reçu l'année précédente, un traitement anthelmintique ponctuel à leur rentrée en stabulation. Elles furent donc en contact avec les parasites digestifs durant toute la saison de pâture, notamment au moment des mues, périodes immunisantes principales.

Le groupe fut partagé en deux lots égaux dont l'un reçut du Lévamisole en Juillet à la dose de 7mg/kg , et l'autre un diffuseur Paratect à la sortie du pré.

a). activité anthelmintique :

Nous retrouvons une courbe d'infestation des pâtures dont l'allure générale est similaire à celle qu'avait observé J.P. Le Stang, avec un pic très important dans le lot témoin en été, et au contraire, un taux très faible de L_3 dans les pâtures du lot expérimental.

../..

Les conclusions sur l'activité anthelminthique sont donc identiques à celles que nous avions retirées de cette expérience sur les veaux normands en première saison de pâture.

b). intérêt économique :

Les animaux ayant reçu un diffuseur Paratect ont enregistré un supplément de poids de 23 kg en 175 jours. Cette bonification du poids est inférieure d'environ 12,5 % à l'amélioration du poids enregistrée par J.P. Le Stang sur des veaux en première saison de pâture. Signalons cependant que J.P. Le Stang avait donné moins de supplément alimentaire au lot auquel il avait administré un diffuseur Paratect qu'au lot témoin, alors que C. Mage n'avait pas pénalisé le lot expérimental !
L'atténuation de l'écart de croissance dans cet essai vient sans doute de la meilleure résistance des génisses du lot témoin à l'infestation grâce à l'immunité acquise en première saison de pâture.
Malgré cela, l'amélioration de la croissance reste significative, et justifie économiquement l'emploi du diffuseur Paratect sur des génisses en deuxième saison de pâture.

C O N C L U S I O N

Le diffuseur Paratect permet un pas en avant dans la lutte contre les strongyloses, par son rôle essentiellement prophylactique. Son intérêt, tant sur le plan scientifique qu'économique, a été démontré par JP. LE STANG, sur un modèle standard : le veau en première saison de pâture sevré avant la mise à l'herbe. Les limites de ce modèle ont ensuite été repoussées par PH. DORCHIES et C. THOMASSON, prouvant son efficacité même sur des pâtures fortement contaminées, telles les estives, pui par C. MAGE, démontrant l'exixtence d'un gain économique même lorsque les animaux sont déjà partiellement immunisés, tels les veaux en deuxième saison de pâture.

Signalons cependant que l'emploi du diffuseur Paratect reste difficile sur les veaux en première saison de pâture élevés "sous la mère". En effet, sa vocation prophylactique nécessite de traiter toutes les mères à la sortie de l'étable, et le stade préruminant des veaux au même moment leur interdit de recevoir un diffuseur, obligeant à les rattraper au cours de la saison, lorsqu'ils sont devenus ruminants.

Enfin, quelque soit le type d'animal auquel on le destine, il est impératif de garder présent à l'esprit que son efficacité est soumise à son utilisation sur la totalité du groupe.

VU : Le Professeur de l'Ecole Vétérinaire
rapporteur

Professeur Ph. DORCHIES

VU : Le Directeur de l'Ecole Vétérinaire

Professeur R. LAUTIE

VU : Le Président de la thèse

Professeur LARROUY

VU et PERMIS D'IMPRIMER
Toulouse, le 22-3-1984
Le Président de l'Université Paul Sabatier

Professeur [illegible]

B I B L I O G R A P H I E

(1) ARMOUR J., ANDERSON N., JENNINGS FW., RITCHIE JD., URQUHART GM.

The sequential development of naturally occuring ostertagiosis in calves.

Research in veterinary science - 1969 10 18-28.

(2) ARMOUR J., BRUCE

Inhibited development in Ostertagia ostertagi infection. A diapause phenomenon in a nematod.

Parasitology - 1974 69 161-174.

(3) ARMOUR J., JENNINGS FW., URQUHART GM.

Inhibition of Ostertagia ostertagi at the early fourth larval stage. I - Season incidence.

Research in veterinary science - 1969 10 232.

(4) ARMOUR J., JENNINGS FW., URQUHART GM.

The possible existence of two strains of Ostertagia ostertagi.

Vet. Rec. 1967 80 208-209.

(5) ARMOUR J., BAIRDEN K., DUNCAN JL., JONES RM., BLISS DH.

Studies on the control of bovine ostertagiosis using a morantel sustained release bolus.

Vet. Rec. 1981 108 532-535.

(6) DORCHIES Ph., THOMASSON C.

Essai de prévention des strongyloses par le diffuseur Paratect dans diverses conditions de l'élevage bovin français.

Note 4 - Rev. Med. Vet. 1984 135

(7) DOSSIERS DE L'ELEVAGE

Article de RAYNAUD JP.

Vol. 4 n° 5 1981

(8) EGERTON JR., WALTER H., CUCKLER AC.

Methods for evaluating anthelminthics in laboratory and their application to field conditions.
The evaluation of anthelminthics.

Proceed. Ist. Intern. Conf.

WAAVPEJL Soulsby Editor 1963 46-52.

../..

(9) EUZEBY J.

Essai de prévention des strongyloses par le diffuseur Paratect dans diverses conditions de l'élevage bovin français.

Note 1 - Rev. Med. Vet. 1983 134 - 11 653-657.

(10) JONES RM.

A new method of control of gastro-intestinal parasits in grazing calves.

Epidemiology and control of nematodiasis in cattle.
1981 b 349-363
Editor P. Nansen RJ. Jorgenson and EJL. Soulsby.
Martinus Nijhoff Publishers.

(11) LE STANG JP.

Essai de prévention des strongyloses par le diffuseur Paratect dans diverses conditions de l'élevage bovin français.

Note 2 - Rev. Med. Vet. 1983 134-12 693-699.

(12) MAGE C.

Essai de prévention des strongyloses par le diffuseur Paratect dans diverses conditions de l'élevage bovin français.

Note 3 - Rev. Med. Vet. 1984 135 - 1 21-27.

(13) MALLER.

Ostertagiose bovine. Données épidémiologiques et essai de traitement du type II par le fenbendazole.

Thèse Alfort 1979 n° 88.

(14) MICHEL JF.

The phenomenon of host resistance and the course of infection of Ostertagia ostertagi in calves.

Parasitology 1963 53 63-84.

(15) MICHEL JF., LANCASTER MB., HONG C.

Arrested development of Ostertagia ostertagi and Cooperia oncophora. Effect of temperature at the free-living third stage.

Journal of comparative pathology. 1975 85 133-138.

(16) PANDEY VS.

Effect of temperature on the development of the free-living third stage of Ostertagia ostertagi.

Journal of parasitology. 1972 58 1037-1041.

../..

(17) PFIZER Editeur,

Epidémiologie des strongyloses bovines. Nouveau concept de prévention par le diffuseur Paratect.

Numéro spécial Pfizer-Actualités 1982.

(18) POTT JM., JONES RM., CORNWELL RL.

Observations on parasitics gastro-enteritis and bronchitis in grazing calves : effect of low level food incorporation of Morantel in early season.

International journal of parasitology. 1979 9 153-159.

(19) RAYNAUD JP.

Considérations théoriques et pratiques sur les strongyloses gastro-intestinales des ruminants au pâturage. Cas particulier en France.

Rev. Med. Vet. 1972 123 n°1 71-98

(20) RAYNAUD JP., LAUDREN, JOLIVET.

Interprétation épidémiologique des nématodoses gastro-intestinales bovines évoluant au pâturage sur des animaux traceurs.

Ann. Rech. Vet. 1974 2 115-145.

(21) RAYNAUD JP.

Dictyocaulose et strongyloses digestives des jeunes bovins.

Point Vétérinaire 1978 Sept. vol. 7 n° 35.

(22) RAYNAUD JP.

Epidémiologie des nématodoses des animaux d'élevage. Leurs conditions d'apparition.

Point Vétérinaure 1979 Avril vol. 8 n° 40.

(23) RAYNAUD JP.

Extrait du Bulletin de la Société Vétérinaire Pratique de France.

1981 Avril Tome 65 n° 4.

(24) RAZAFIARISON.

Les nématodoses des veaux à Madagascar.

Thèse Alfort 1974.

(25) ROSE JH.

Some observations of the free-living stages of Ostertagia ostertagi in cattle.

Parasitology 51 295-307

../..

(26) RUCKEBUSCH Y.

Physiologie et pharmacologie animales.

Editeur Malloine Sa. Paris p.345.

(27) WILLIAMS, BILKOVITCH.

Distribution of Ostertagia ostertagi infective larvae on pasture herbage.

Amer. Journal of Vet. Research. 1973 34 1337-1344.